SCIENCE LIBRARY
QK 899 .M36
BUHR A
a39015 01802182 7b

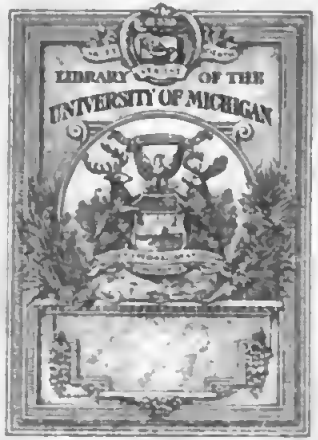
580 M

Marquart

Die Farben der Blüthen.

1835

...'s Library University of Michigan



FROM THE LIBRARY OF
Professor Karl Heinrich Rau
OF THE UNIVERSITY OF HEIDELBERG
PRESENTED TO THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
BY
Mr. Philo Parsons
OF DETROIT
1871

PARSONS LIBRARY
University of
MICHIGAN

Die Farben der Blüthen.

Eine chemisch-physiologische Abhandlung

von

Dr. L. Clamor Marquart,

Apotheker, des botanischen Vereins am Mittel- und Niederrhein wirklichem, der königlich bayrischen botanischen Gesellschaft zu Regensburg correspondirendem, so wie des Apotheker-Vereins im nördlichen Teutschland Ehrenmitgliede.

Bonn, 1835.

Verlag von T. Habicht.

Science Library
QK
871
.A136

Transf to
Science
3-21-62

Herrn Dr. Th. Fr. L. Nees von Esenbeck,

ord. öffentl. Prof. der Pharmacie und Mitdirector
des botanischen Gartens an der königl. preuss. Rhein. Universität,
Mitglied der Kaiserl. Leopold. Carolinischen Akademie der
Naturforscher u. s. w. u. s. w.

Seinem väterlichen Freunde und hochgeehrten Lehrer

und

Herrn Dr. Philipp Lorenz Geiger,

Professor der Pharmacie an der Universität zu Heidelberg u. s. w. u. s. w.

dem um ihn viel verdienten Manne

als einen schwachen Beweiss seiner innigen Liebe
und Dankbarkeit

gewidmet vom

Verfasser.

Einleitung.

Der Blüthenschmuck des Pflanzenreiches zog die Freunde und Forscher der Natur von jeher zur nähern Betrachtung an. Die Zierlichkeit und die Mannigfaltigkeit der Blüthenformen war es und ihre Bedeutung in Bezug auf das sexuelle Leben der Pflanzen, oder die Pracht ihrer Farben, mit denen sie das Auge erfreuen und die Einförmigkeit der grünen Decke unserer Erde angenehm unterbrechen, oder die Wohlgerüche, mit denen sie den Luftkreis erfüllen, oder so viele andere Eigenschaften, wodurch sie zum Gegenstande ernsten Studiums, angenehmer Unterhaltung oder luxuriöser Spielerey wurden, wenn wir auch nicht des Nutzens gedenken wollen, den sie in so mannigfaltiger Art dem Menschen gewähren und ihn schon früh veranlassten, sich eine nähere Kenntniss derselben zu erwerben.

Was die äussere Form der Blüthen und die gegenseitige Stellung ihrer Theile betrifft, so ist in ersterer Hinsicht wohl wenig mehr zu thun; dieses Feld ist seit Linnaeus eifrig bearbeitet und gut bestellt. Durch Herrn Schimper's verdienstvolle Arbeiten angeregt, ist das Studium der gegenseitigen Stellung der Blüthentheile auf eine neue Bahn geleitet und der rege Eifer geistreicher Forscher neuester Zeit

wird auch diesen Theil der Wissenschaft zum schönen Ziele führen.

Die anatomische Untersuchung der Blumenblätter erfreute sich keiner so speciellen Bearbeitung; nur allgemeine Sätze sind uns hierüber bekannt und die Natur scheint sich hier auch wirklich zu bestreben, die grösste Einfachheit im Innern mit der höchsten Mannigfaltigkeit der äussern Form zu verbinden.

Ein ähnliches Loos traf die Lehre von den Blüthenfarben; — man durchsuche die Lehrbücher der Botanik und Physiologie und wird, ausser den terminologischen Ausdrükken für die verschiedenen Farben-Nüancen, überall nur kurze, unbefriedigende Angaben über Entstehung und Natur der Blüthenfarben, im Vergleich mit den andern Zweigen der wissenschaftlichen Pflanzenkunde finden. Da man nicht Gleichgültigkeit als die Ursache dieser Erscheinung annehmen darf, so muss wohl die Schwierigkeit des Gegenstandes zur Entschuldigung einer solchen Vernachlässigung dienen.

Auch uns sollte diese wohlerkannte und begründete Schwierigkeit bey der Wahl eines Stoffes zu unsern Arbeiten abgeschreckt haben, und wir gestehen gern, dass wir von dem Masse derselben, beym ersten Schritte in dieses interessante Gebiet, keine Vorstellung hatten. Aber mit jedem Fussbreit festen Bodens, den wir dem bunten Reiche abgewannen, mehrten sich die Hindernisse des Vorwärtsdringens. Wir suchten nach den hinterlassenen Spuren unserer Vorgänger, und fanden nur zu oft, dass, so wenige ihrer auch waren, auch diese noch sehr oft irreleiteten. Auf eigene Beobachtungen mussten wir uns daher beschränken und schlugen zu diesen einen Weg so einfach, als möglich, ein.

Ohne die Ansicht der Physiker über die Entstehung der Farben im Allgemeinen in Zweifel zu ziehen, glauben wir dennoch nicht, dass auf diese Art alles erklärt werde und besonders zweifeln wir, dass hierdurch ein deutlicher Begriff von der Manier zu erhalten sey, deren sich die Natur als

Künstlerin bedient, um das Colorit der Blüthen hervorzubringen. Wir müssen die Stoffe, welche die Träger der Eigenschaft, bestimmte Farben des Spectrums zu reflectiren, sind, auch auf chemischen Wege kennen zu lernen suchen, wenn wir die Lehre der Morphologie auch in diesem Theile der Pflanzenkunde bestätigen wollen; ebenso müssen wir die Lagerung dieser Farbestoffe im Gewebe der Pflanze berücksichtigen, wenn wir die Natur belauschen und erkennen wollen, wie sie auf so einfachem Wege, so glänzende Resultate hervorrufe.

Was uns mehrjährige Forschungen über diesen Gegenstand erkennen liessen, möge, verbunden mit den Ergebnissen, die wir aus den zerstreuten und uns bekannt gewordenen Abhandlungen über Blüthenfarben, zusammenstellten, als ein kleiner Beytrag zu einer künftigen Lehre über die organischen Farben angesehen werden, den wir als einen solchen der Nachsicht unserer Leser bittend empfehlen.

Geschichtliches.

§. 1. Gehen wir zurück zu den frühern Epochen, wo die Physiologie noch ganz ruhete, die Chemie nach einem langen Schlafe zu erwachen begann und sich träumend im geheimnissvollen Dunkel der Alchemie bewegte, so lässt sich vorher erwarten, dass man unserm Gegenstande im damaligen Geiste der Naturwissenschaften geringe Aufmerksamkeit schenkte, wiewohl die Philosophen und Chemiker sich mit den Farben im Allgemeinen vielseitig beschäftigten. Paracelsus gedenkt jedoch auch der Blüthenfarben schon im Besondern, bezweckt damit aber nur eine Eintheilung der Blüthen nach ihren Wirkungen oder Temperamenten, indem er sagt: „Praeterea observanda est regula de coloribus, qui

simul indicant naturam rerum suarum, ut Centaurea, quae est rubea, ergo calidae naturae: Lilium quod est candidum, igitur frigidae naturae etc.“ *). Als die Ursache der Färbung nahm Paracelsus ein Salz an, andere Chemiker aber schrieben alle Färbung dem Quecksilber zu. Beyden Ansichten widersprach der berühmte Sennertus, der im Schwefel und allen fetten Substanzen einen sogenannten Pfauenschwanz verborgen glaubte und diesen als den Grund aller Färbung betrachtete **). Der geistreiche Scaliger ***) und nach ihm Rosenbergius †) glauben nicht unbedingt an die Existenz eines färbenden Princips, sondern die Form der Körper mit ihren Modificationen scheint ihnen alle Farben hervorzubringen. „Misera, inquam, ingenia, quae ab elementis colorem, non a formarum facultatibus elicerent.“ ††) In diesem Capitel mit der Ueberschrift: „Cur floribus varii colores, herbis unus,“ finden wir wohl die erste Idee der Metamorphosenlehre der Pflanzen; zur Erklärung der aufgeworfenen Frage trägt es aber wenig bey.

An einem andern Orte spricht Scaliger sich folgendermaassen über die Farben aus: „Color est qualitas in toto suo corpore subjecto, sua specie quae educitur a luce, pingens aërem ad visionem faciendam. Ergo quid sit color, haud facile est definire: Latet enim natura haec, sicut alia

---

*) Aureoli Th. Paracelsi Heremitae septem libri de gradibus, de compositionibus etc. in 8. Basileae 1568.

**) Hätten unsere Vorfahren statt dieser drey principia hypostatica den Kohlenstoff genommen, so würden wir gern denselben beystimmen.

***) Jul. Caesar. Scaligeri exotericarum exercitationes libr. XV. de subtilitate ad Cardanum. 8. Francofurti 1607.

†) Rhodolgia seu philosophico-medica generosae Rosae descriptio, authore Joanne Carolo Rosenbergio. 8. Argentinae 1628. p. 124. editio recentissima Francofurti 1631. p. 212.

††) Scalig l. c. cap. 176.

rerum species in profundissima caligine inscitiae humanae“ *). Es fehlte Scaliger'n das Experiment und man sieht zu deutlich, dass selbst die geistreichste Speculation in der Physiologie leicht ohne jenes auf Irrwege geräth.

Wir müssen hier auch eines Werkes des Jesuiten Ferrarius erwähnen, der sich um diese Zeit mit Versuchen beschäftigte, die natürliche Farbe der Blumen zu verändern und können aus dem Buche, das für die Blumenzucht wohl manches Belehrende enthält, worauf eigene Erfahrungen im Laufe der Arbeit unsere Aufmerksamkeit lenkten, nur folgende Stelle anführen, die für unsern Gegenstand nicht ohne Interesse ist. „Illud hic superest generatim universeque tradendum, flores omnes et seminum satu varie colorari; quod altrix terra non uno ubique habitu temperata eorundem seminum mollia corpuscula variis locis vario alit atque inficit alimento.“ **).

Nach der Entdeckung des Microscops untersuchte man auch die Farben mit diesem Instrumente und scheint wenigstens hierdurch die ersten Ideen von der Mischung derselben erhalten zu haben **). Aus dieser Zeit haben wir auch noch Beobachtungen über weisse und bunte Blätter von Jacob Breynius, der die Meinung Morisons, als seyen dieselben eine durch Kalkboden erzeugte Krankheit, zu widerlegen sucht, ohne die Sache selbst in ein besseres Licht zu setzen. †)

---

*) Scalig. l c. cap 325. de coloribus §. 4.

**) Joh. Bapt. Ferrarii senensis e societate Jesu de florum cultura libri IV. 4. Romae 1633. p. 467.

***) D. Ph. Jac. Sachs a Leuwenheimb Messis observationum microscopicarum vid. Miscellanea curiosa medico-physica Academiae Naturae Curiosorum sive Ephemeridum medico-physicarum germanicarum curiosarum Decuriae I. Annus I. 1670.

†) Miscellanea etc. Dec. 1. Ann. IV.

§. 2. Durch Robert Boyle's Versuche und Beobachtungen über die Farben beginnt für unsern Zweig der Wissenschaft eine neue Epoche. Der grosse Wiederhersteller der Experimentalphysik war auch der erste, der auf rationellem Wege durch chemische Versuche die Natur der Blüthenfarben kennen lehrte. *) Nur mit Bedauren können wir hier bemerken, dass keiner unsrer Vorgänger in der neuern Zeit die Verdienste des gelehrten Engländers um die Blüthenfarbenlehre gekannt zu haben scheint und es gereicht uns zum besondern Vergnügen, hier auf einen, vielleicht wenig beachteten Theil seiner Schriften, jene Aufmerksamkeit lenken zu dürfen, die man dem wahren Verdienste schuldig ist.

Die Menge von Hypothesen über Entstehung der Farben, welche Boyle anführt,**) und deren wir schon zum Theile erwähnten, mag lehren, wie eifrig man sich bis dahin mit naturphilosophischen Speculationen über diesen Gegenstand beschäftigt hatte. Genau betrachtet ist seine eigene Theorie über Entstehung der Farben der Inbegriff dessen, was auch wir hierüber wissen, wenn er sagt: die von den Körpern gebrochenen und zum Auge zurückgeworfenen Lichtstrahlen erregen in jenem das Gefühl, was wir Farbe nennen. Ob aber die Modificationen dieses Lichtes durch hinzugeführten Schatten, oder durch das verschiedene Verhältniss des Laufs und der Rotation der Cartesianischen Himmelskügelchen hervorgebracht werden, will der geistreiche Boyle nicht entscheiden und sagt mit der Bescheidenheit des wahren Naturforschers: „Multo minus mihi arrogo definire; vel vix tantum ut sperem scire omnia scitu necessaria, ad reddendum tibi, vel etiam mihi ipsi, perfectam de Theoria visionis et colorum rationem.“

*) Experimenta et considerationes de coloribus a Roberto Boyle, nobili Anglo et societatis regiae membro. vid. Roberti Boyle etc. Opera varia Tom. I. Genevae 1680.

**) l. c. p. 34.

Es würde zu weit führen, Boyle's Versuche vollständig mitzutheilen und wir müssen uns begnügen hier anzuführen, dass derselbe den Farbestoff aus verschiedenen Pflanzentheilen, Wurzeln, Rinden, Hölzern, Blumen und Früchten auszuziehen und sein Verhalten gegen Säuren und Alcalien zu erforschen suchte. Die Blumen zerrieb er in der Regel auf weissem Papier und benetzte die so gefärbten Stellen mit Schwefelsäure oder Pottaschen-Lösung. *) Der damalige Standpunct der Chemie erlaubte aber nicht die so nahe liegenden Schlüsse aus den Erscheinungen zu ziehen und man bemühte sich vergebens, die Entstehung der organischen und unorganischen Farben in Einklang zu bringen.

Die Verschiedenheit der Farben, wie z. B. in den bunten Blumenblättern der Tulpe und Nelke, will Boyle nicht von der Verschiedenheit der Natur der Körper abgeleitet wissen, sondern meint: „colorum alterationem saepius significare insignes alterationes in dispositione partium corporum.“ **)

Fast zur gleichen Zeit schrieb Nehemias Grew, der Vater der Phytotomie, seine Anatomiae vegetabilium primordia cum generali theoria vegetationis ***) und handelt im Cap. V. von den Blumen. Wenn er sich hier auch nicht speciel mit der Farbe der Blumen beschäftigt, so macht er in seiner Idea historiae phytologieae doch auf die Wichtigkeit der Farben aufmerksam, indem er den Weg bezeichnet, der bey Untersuchungen dieser Art einzuschlagen sey. „Ac primo in earum colores; ubi, in respectu ad singulas plantas et partes, magis sint mutabiles, uti rubedo in floribus; aut constantes, ut viriditas in foliis. Qui in respectu ad

*) Experimentalis historiae coloris pars tertia l. c. p. 72. 152.

**) l. c. p. 3.

***) Die Uebersetzung aus dem Engl. s. Miscellanea etc. Dec. I Ann. VIII. 1678.

singulas partis unius aetates, sint magis evanidi, uti viriditas in fructibus, aut durabiles, ut color luteus in floribus. In quibus partibus magis sint simplices, uti semper in semine, aut magis compositi, ut in flore; et in quibus plantis specialiter magis, ut in Nummularia. Qui sint proprii plantis ejusmodi sapore vel odore praeditis, uti uterque in floribus albis communiter minus fortis est: *) plantis, qui florent ejusmodi tempore, ut flores lutei, principaliter, uti existimo plantis vernis. Et plantis, quae naturales sunt ejusmodi solo aut sedi, uti plantis aquatieis usitatus majus est flos albus. Quis colorum omnium plantis sit magis communis, ut viridis; aut rarus magis, ut niger. Et quae omnes hae varietates colorum sint post culturam, praecipue in naturali earum solo. Observandi quoque cum coloribus earum superficialibus interni. Ubi interni et superficiales colores conveniant, ut in foliis; aut discrepant, ut frequenter in reliquis partibus. Et qua ratione situati sint; quidam universaliter dilatantur, alii vero saltim longitudinaliter decurrunt cum vasis, ut in foliis Lapathi rubri et in floribus Acetosellae." **).

Neben Grew müssen wir auch eine für uns sehr wichtige Stelle aus den Werken Malpighi's, des zweyten der berühmten Triumvirn der Phytotomie hier anführen, die wir später nicht nur zu bestätigen, sondern weiter auszuführen Gelegenheit finden werden: „Praeter exaratas fistulas et tracheas, occurit utriculorum substantia, qua folii latitudo et crassities excitatur. Exterius varia est ipsorum forma et magnitudo: etenim, sese invicem urgentes, ubi copiose stipantur, variam sortiuntur configurationem. Color ipsorum quoque varius est. In Gladiolo exteriores utriculi rubicundo

*) Hiergegen sprechen die Berechnungen von Schübler und Köhler s. Annalen d. Gewächskunde von Eschweiler Bd. 5. Hft. 2. p. 564.

**) Miscellanea etc. Dec. I. Ann IX et X append. p. 125.

scatent succo, interiores vero, albo. In foliis Paeoniae exterior pariter utriculorum ordo rubicundo inficitur colore; interior et centralis, subalbus est. Hoc idem in Tulipa miramur, cujus interiora albi utriculi occupant, vario exterius luxuriante colore etc.“ *).

§. 3. Wenige Aufmerksamkeit dürfen wir den Monographien einzelner Blumen schenken, deren Bearbeitung für diese Zeit gleichsam characteristisch ist.**) Die Verfasser hatten zu wenige Kenntnisse der Chemie um zu benutzen, was schon Boyle über Farben gelehrt hatte; sie folgten daher noch immer den Ansichten Paracelsus und den Chemikern seiner Zeit.

Unabhängig von den Entdeckungen Boyle's, bemerkten jetzt auch andere Gelehrte die Veränderlichkeit des Blüthenfarbestoffes durch Alcalien und Säuren z. B. „Jessopius autor est, spiritum vitrioli, spiritum salis et omnes spiritus acidos, mutare succos herbarum, florum et baccarum, cujuscunque coloris fuerint, in rubrum, et Alcali restituere colorem pristinum: non tamen negat, dari quasdam regulae exceptiones, licet pauciores, si experimentum rite fiat.“ ***) Noch früher aber beobachtete Hagendorn, dass ein mit Acetum Caryophyllorum (Dianth. Caryoph.) roth gefärbtes Tuch, durch Alcali grün wurde und dass die rothe Farbe mit demselben Essig wieder hergestellt werden könne. †)

---

*) Marcelli Malpighi etc. Opera omnia, figuris elegantissimis in aes incisis illustrata, tomis duobus comprehensa. Londini 1687. Anatome Plantarum, Caput de floribus pag. 46.

**) Anatomia Paeoniae autore Jacobo Augustino Hühnerwolfio. Anstcti 1680. — Lilium curiosum seu Lilii albi accurata descript. aut. M. Tillingio Francf. 1683.

***) Acta eruditorum Lips. 1719. p. 19.

†) Dr. Ehrenfried. Hagendorn de variis colorum phaenomenis. vid. Miscellanea etc. Dec. II. Ann. III. p. 87. 1685.

Alle diese wichtigen Beobachtungen blieben von den Botanikern unberücksichtigt, denn es war noch nicht die Zeit gekommen, wo eine Uebersicht des Pflanzenreichs ohne grosse Anstrengung erlangt werden konnte und alle Kräfte vereinigten sich zur Begründung der systematischen Botanik und Erweiterung der Arten-Kenntniss. Bey diesem Streben ward man bald gewahr, dass zur Klassification der Pflanzen die Blüthenfarbe wenig geeignet sey, wie auch Ammanus in seinem „Character naturalis plantarum" mehrmal zu bemerken Anlass nimt z. B. „Colori qut nimium credit, etiam in Botanicis decipitur." *) Doch finden wir auch in den Schriften aus jener Zeit noch manche Experimente über chemische Veränderung der Blumenfarben verzeichnet und zwar von Teichmeyer **) Vaterus ***) Godofredus †) und ein besonders interessantes von Albrecht ††), der lebende Blumen von Iberis umbellata L. dem alcalischen Rauche des Tabacks aussetzte und sah, wie die rothe Varietät sich in ein herrliches smaragdgrün, die weisse Abart aber in ein grünliches Gelb verwandelte. Einer ähnlichen Beobachtung wird auch schon von Albrecht Ritter erwähnt †††) und uns scheint diese Art zu operiren, nämlich mit gasartigen Reagentien, für die Lehre von den Blüthenfarben sehr wichtig, wie wir durch ähnliche Beobachtungen später beweisen werden. Der blaue Farbestoff der Veilchen und

---

*) Character naturalis plantarum etc. Studio D. P. Ammani auctior et correctior redditus a D. Nebelio. Francf. a. M. 1700.

**) In. Element. Phil. nat. experim. p. 113.

***) Physic. Experim. system. sect. II. CIX. p. 224 sqq.

†) Mémoires de l'Academie royale des sciences 1707 p. 686 sqq.

††) Acta physico-medica Academiae Caesareae Leopold. Carol. Natur. Cur. Vol. VI. Obs. 119.

†††) Commercium litterarium ad rei medicinae et scientiae naturalis incrementum. Norimbergae 1735. p. 226.

seine Eigenschaft, durch Alcali grün zu werden, war übrigens am häufigsten ein Gegenstand gelehrter Forschungen z. B. Kellners, Models, Trumphius, bey Gelegenheit ihrer Untersuchungen der Mineral-Wässer. Model liess sich hiebey verleiten, das Grünwerden des blauen Saftes von dem Eisenoxyde der Mineralwässer abzuleiten, da dem Blauen zugemischtes Gelb, Grün hervorbringe. *) Haller erwähnt der Blüthenfarben und ihrer Veränderlichkeit ebenfalls in einer Dissertation und hält sie wohl zur Unterscheidung von Varietäten, nicht aber zur Bestimmung der Arten dienlich; auch bemerkte er: „flavum tamen non adeo variare - ceterum autem omnes fere colores confundere hominum industriam, culturae et soli varietatem, itemque morbos plantarum.“ **)

§. 4. Aus angeführten Gründen dürfen wir im folgenden Zeitraume, wo am botanischen Horizonte ein Stern erster Grösse, der unsterbliche Linnaeus auftritt, wenig umfassendes über unsern Gegenstand erwarten. Der grosse Geist suchte zuvor Ordnung in das Chaos der Pflanzenwelt zu bringen und es fanden sich dann mehr in das praktische Leben eingreifende Seiten der Pflanzenphysiologie, deren Bearbeitung wir viele schöne Dissertationen von Linnaeus Schülern verdanken. Fast alle Eigenschaften des Pflanzenreichs, Geruch, Geschmack u. s. w. wurden auf diese Weise untersucht und beschrieben, über die Blüthenfarben finden wir aber nur einzelne Beobachtungen. In seiner Philosophia botanica sagt Linnaeus §. 313: „Color facillime variat“ und zählt eine Menge dieser Veränderungen auf. Er erkannte also den Typus der Blüthenfarbe, die Veränderlich-

*) Commercium litterarium 1744. p. 156. — l. c. 1748. p. 58. p. 167.

**) Alberti Haller de methodico studio botanices absque praeceptore, dissertatio inauguralis. Goettingae 1736.

keit, aber es blieb ihm das Gesetz fremd, dem dieser Farbenwechsel folgt und von diesem konnten wir nur eine klare Vorstellung erhalten, nachdem wir den von Boyle angedeuteten Weg einschlugen und weiter verfolgten.

Auch die Chemiker dieser Zeit z. B. der grosse Boerhave trugen wenig zur Kenntniss des färbenden Princips der Blüthen und des Pflanzenreichs bey. Wir fanden hier nur folgende, in einiger Beziehung für uns wichtige Stelle: „Rerum sane, colores tenerrimi, gratissimi, praecipui, Aquae adjumento constant. Id in floribus pulcherrimis quam evidenter patet, ne alia commemorem.“*) Man sieht hier wieder die Neigung zur Speculation ebenso ausgesprochen als in der Dissertation von Hasselquist,*) der unsers Gegenstandes folgendermassen gedenkt: „Flores et fructus rubri acidum communiter occultant. — Color ruber saporem acidum, luteus amarum, viridis crudum, pallidus insipidum, albus dulcem saepius indicant. — Folia Sorbi, Acetosae etc. senio rufescunt, cum acidum occultent, uti omnia folia rufescentia acidum plantae indicant.“ Auf diese Ansicht zurückzukommen, werden wir im Laufe unserer Arbeit Gelegenheit finden. — Platz war nur Systematiker und schrieb in diesem Sinne seine Abhandlung „de flore“ ***). Dass die Blumenfarbe darin als Nebensache behandelt werden musste, ist einleuchtend, aber eben so auffallend ist es, dass der Verfasser seinen § XV. wo incidenter de colore et odore florum quaedam adduntur, durch schöne Worte zu entschuldigen sucht.

---

*) Hermanni Boerhaave Elementa Chemiae Tom primus. p. 617. Lugduni Batav. 1732.

**) Vires plantarum (1747) vid. Linnaei Amoenitates academicae ed III. curante Schrebero Vol. I. Erlang. 1787.

***) De flore plantarum disputabit A. G. Platz Lips. 1749.

Ein erfreulicherer Geist herrscht in der so beachtenswerthen Dissertation Dahlbergs, *) wenn man auch zugleich das Spiel einer sehr lebhaften Phantasie darin erblickt. Die Blume ist nach der damaligen Lehre von der Metamorphose nur eine entblösste Pflanze, dem Schmetterlinge gleich, der schon in der Larve vollkommen vorhanden, nur seine Hülle abwirft, um im bunten Farbenkleide während der kurzen Dauer seines Lebens sich in den Lüften zu schaukeln. Die Entstehung der Blüthenfarben erklärt Dahlberg indem er sagt: „Cortex enim primum rumpitur, tamquam in Larva, et Perianthium fit, colorem suum viridem plerumque retinens: Huic proximus est mollis et pellucidus liber, qui ideo plus expanditur, et corollam constituit, variosque colores recipit; nempe ab acido rubrum, ab amaro luteum, a dulce album; et sic ulterius.“ — E. Jörlin gedenkt in seiner Arbeit „Plantae tinctoriae“ **) der Blüthenfarben nur in technischer Beziehung; wir müssen aber eine Stelle der Einleitung erwähnen, um die Ansicht des Verfassers über Farben im Allgemeinen zu erklären: „Non figuram modo et magnitudinem, sed venustatem quoque nobis proponit (lux) colorum, in magnificentia maxime effulgentem, qui licet ipsis sane in corporibus haud insint tales, quales a nobis sentiuntur, horum tamen e natura varia superficiei praesertim, rationem haud postremum repetunt suae et diversitatis et elegantiae.“

§. 5. Nach der völligen Umgestaltung der systematischen Botanik und mit der stufenweisen Ausbildung der Chemie nahm auch die Pflanzenphysiologie eine neue Richtung an. Für uns ist vorzüglich von Interesse, was man in Bezug auf die Blätter, ihre Farbe und ihren Athmungsprocess

*) Metamorphosis plantarum (1755) in Amoenit. acad. Vol. IV. 368—386.

**) Amoenit. academicae Vol. V. 314—342.

ermittelte. Bonnet*) war der erste, der zufällig die Entwicklung von Luftblasen aus den Blättern bemerkte, die sich im Sonnenlichte unter Quellwasser befanden; nahm er hierzu gekochtes, daher seiner Luft beraubtes Wasser, so trat der Fall nicht ein und Bonnet schloss, dass diese Luftentwicklung mit dem Lebensprocesse derPflanze in keiner Beziehung stehe. Dem Chemiker Priestley**) war es aufbehalten, diese merkwürdige Erscheinung neuerdings zu entdecken und die Natur der Luftblasen als Sauerstoff zu erkennen. Es würde uns zu weit führen, wenn wir den Gang der Untersuchungen über diesen wichtigen Gegenstand, wozu sich die berühmtesten Physiologen jener Zeit entschlossen, hier auseinander setzen wollten. Man lese hierüber die Werke von Ingenhouss,***) Spallanzani,†) Sennebier,††) Theod. von Saussure†††) und die bessern Werke über Pflanzenphysiologie der neuern Zeit, die alles hierauf Bezügliche mit der nöthigen Kritik zusammenstellten. Mit diesem Aushauchen von Sauerstoff steht das Bleichwerden der Pflan-

---

*) Recherches sur l'usage des feuilles dans les plantes. Goetting et Leyden 1754.

**) Experiments and observations relating to various branches of nat. Philos. Lond. 1775—81.

***) Joh. Ingenhouss Versuche mit Pflanzen, hauptsächlich über ihre Eigenschaft, die Luft im Sonnenlichte zu reinigen, übers. von Scherer 2 Bd. 1786. 88.

†) Journal de Physique Tom V. p. 135.

††) Recherches sur l'influence de la lumière solaire, pour métamorphoser l'air fixe en air pur par la végétation 1783. — Expériences sur l'action de la lumière solaire dans la végétation. Géneve et Paris 1788.

†††) De Saussure, Recherches chimiques sur la vegetation. Paris 1804.

zen im Dunkeln in inniger Beziehung. Bonnet, Meese, *) Decandolle **) und viele andere stellten hierüber Versuche an, denen wir die genaueste Belehrung verdanken. Wir können hier nur im Allgemeinen bemerken, dass es jetzt keinem Zweifel mehr unterliegt, dass der im Sonnenlichte aus grünen Pflanzentheilen entwickelte Sauerstoff von der Zersetzung der Kohlensäure herrühre und dass das Entstehen der grünen Farbe der Blätter mit dem Zurückbleiben des Kohlenstoffs aus der zersetzten Kohlensäure im genauesten Zusammenhange stehe. Es ist dieses um so wichtiger für uns, als nach den Grundsätzen der Morphologie die Blüthen nur modificirte Blätter sind und die Farbstoffe beyder Organe gewiss in demselben Verhältnisse zu einander stehen.

§. 6. Der Athmungsprocess der Blumen erfreute sich keiner so vielseitigen Erforschung und es möchte hier noch wohl ein den Beobachtern viel versprechendes Gebiet zu bearbeiten seyn. Wir können hier nur wiedergeben, was Saussure ***) über diesen Gegenstand beobachtete und Grischow †) bestätigte, dass nämlich: die Blumen in einer sauerstofffreyen Atmosphäre sich nicht entwickeln können; dass dieser Sauerstoff sich mit einem Theile ihres Kohlenstoffs zu Kohlensäure verbinde, die theils ausgehaucht, zum Theil aber zurückgehalten werde. Im eingeschlossenen Raume verändern lebende Blumen das Volumen der Luft nicht, indem sie statt der zurückgehaltenen Kohlensäure ein gleiches Volumen Stickstoff aushauchen. Die Zahl der geprüften Blumen ist sehr klein und umfasst nicht alle Farben. Wir vermissen darin blaue Blumen und vermuthen fast, dass die-

---

*) Journ. de Physique Tome VI. et VII. 1775. 1776.

**) Journ. de Physique Tome IX.

***) De Saussure a. a. O. p. 125—129.

†) Carl Christ Grischow, Physikalisch-chemische Untersuchungen über die Athmungen der Gewächse. Leipz. 1819 p. 153. 154.

selben keine Resultate gaben und übergangen wurden; es wäre sehr leicht möglich, dass dieselben nur bis zur Zeit ihrer Entfaltung (so lange sie noch roth sind) athmen. Wasserstoffgas wird von keiner Blume ausgehaucht und es muss daher auffallen, in spätern Werken z. B. des Herrn Glocker*) noch angeführt zu finden, dass ein solcher Process bey den Blumen des Dictamnus albus statt habe und die Ursache der Entzündbarkeit sey, welche man an heissen Sommer-Abenden bey den Blüthen dieser Pflanze beobachtete. Ein Blick auf die mit gestielten und von ätherischem Oele strozenden Drüsen versehenen Kelche und Blüthenstiele dieser Pflanze leitet auf eine ganz andere Erklärungsweise, die der Versuch völlig bestätigt. Wir lassen unmittelbar auf die so wichtigen Untersuchungen über die Entstehung der grünen Blattfarbe, die berühmten Versuche des Herrn Alexander von Humboldt**) folgen, die er mit Pflanzen in den Freyberger Gruben anstellte und deren Resultate allgemeines Interesse erregten. Die Gruben waren mit Wasserstoffgas so erfüllt, dass ein Licht darin erlosch und die Lungen darin angegriffen wurden; dennoch entwickelten keimende Zwiebeln von Crocus sativus L. darin nach 16 Tagen blassgrüne Blätter und gelbe Blumenkronen. „Hinc sequitur, sagt der gelehrte Herr Verfasser, flores vegetabilium nullo solis radio collustrati, variis coloribus tingi posse, qui non a lumine, sed (ut metalla oxydata et fungi demonstrant) ab oxygenis copia pendere videntur.“ Auch hinsicht-

*) E. F. Glocker, Versuch über die Wirkungen des Lichts auf die Gewächse. Breslau 1820. p. 55.

**) Florae friburgensis specimen plantas cryptogamicas praesertim subterraneas exhibens edidit. Fredericus Alexander ab Humboldt accedunt Aphorismi ex doctrina Physiologiae chemicae plantarum 4to. Berolini 1793. p. 179–181.

lich der Blätter, die hierin grün wurden, musste dieser Versuch gewaltig erschütternd auf die Ansicht der genannten Physiologen wirken, welche die grüne Farbe nur unter Einwirkung des Lichtes und Entwicklung von Sauerstoffgas entstehen sahen. Wenn wir aber die desoxydirende Wirkung des Wasserstoffgases von chemischer Seite erwägen, so steht das Resultat des Herrn von Humboldt gewiss nicht mit dem der ältern physiologischen Schule im Wiederspruche, daher der Herr Verfasser scharfsinnig bemerkt: „Stimuli autem, quibus plantae ad gas oxygeneum exhalandum illiciuntur sunt solis radii, hydrogenes, lucernae lumen.“ Wir erwähnen hier eines ähnlichen Versuches, den wir selbst mit einer Zwiebel von Crocus sativus anstellten, und dessen Resultate mit denen des Herrn von Humboldt und der Herren Sennebier, Saussure u. s. w. ein Bindeglied darstellen. Zu Anfange des Sommers wurde eine Zwiebel von Crocus sativus in eine geräumige dichte Papiertute gesteckt und diese in die verschlossene Schublade eines Tisches gelegt, so, dass aller Lichtzutritt verhindert war. Gegen Ende des Sommers 1835, zur Zeit, in welcher der Crocus sativus bey uns blühet, hatte sich die Pflanze entwickelt. Die Blätter waren bleich (étiolées), die Blumenkrone aber hatte die Farbe der im Freien erblüheten, sie war violett, die des Herrn von Humboldt im Wasserstoffgase erblühete war gelb.

Wir müssen auf diese Verschiedenheit der Blumenfarben ein ganz besonderes Gewicht zur Unterstützung unserer Theorie über die Entstehung der Blüthenfarben legen und werden später Gelegenheit haben, die Ursache dieser Verschiedenheit näher zu erörtern.

Herr von Humboldt sah auch junge Pflanzen von Lepidium sativum L. in atmosphärischer Luft grün werden, wenn er allen Zutritt der Sonnenstrahlen verhinderte

und den Raum nur durch Lampenlicht erhellte. *) Eben so sah Herr De Candolle**) Bleichlinge im Scheine von sechs Lampen grün werden, ohne Sauerstoffgas in merklicher Menge zu entbinden.

§. 7. Mit dem Antritte des neuen Jahrhunderts sehen wir die Arbeiten über einen sehr wichtigen Gegenstand der Pflanzenphysiologie beendet und dürfen von den unruhigen ersten 15 Jahren des neuen Zeitabschnittes nicht denselben Eifer in der Fortsetzung ähnlicher Untersuchungen erwarten. Herr Linck***) zeigte indessen, wie man den färbenden Körper aus den von Proust entdeckten grünen Satzmehle (fécule) durch Alcohol und Aether ausziehen könne und mit dem grössten Interesse lesen wir auch in der schönen Flore française den Artikel über den Einfluss des Lichts auf die Gewächse und besonders auf die Blüthenfarben. „Les couleurs des parties des végétaux, qui ne sont pas vertes, sont encore plus difficiles à concevoir, et ne paroissent pas tenir d'une manière immédiate à l'action de la lumière. Certaines fleures, telles que celles de la tulipe, sont déjà colorées dans leurs bouton, et la plupart sont également colorées, même lorsqu'elles se développent à l'obscurité totale. — — — M. Lamarck regarde les colorations automnales des feuilles et des fruits, comme des états morbifiques et considère les pétales comme des parties qui sont naturellement, et des leur naissance, dans un état analogue à celui des parties vertes en automne: ils leur ressemblent en effet sous deux points de vue, c'est qu'ils n'ont point de transpiration aquese, ni de décomposition de gaz acide carboniqne." †)

*) Aphorismi etc. p. 179.

**) Mémoires de savans étrangers de l'institut, T. I.

***) Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen von H. F. Linck. Götting 1807 p. 36.

†) Flore française ou descriptions succinctes de toutes les plantes qui croissent naturellement en France. 3me edition par M. M. Lamarck et De Candolle. Tom 1. Paris 1805. p. 197. 198.

Wahlenbergs Arbeiten *) über den Sitz der unmittelbaren Pflanzenbestandtheile konnten wir leider nicht im Originale benutzen und mussten uns begnügen die Mittheilungen in dem Lehrbuche der Chemie von Leopold Gmelin **) für unsern Zweck zu vergleichen.

Kaum war den Völkern der lange entbehrte Friede und mit ihm die den geistigen Beschäftigungen nöthige Ruhe wiedergegeben, als Herr G. R. Treviranus ***) die wissenschaftliche Welt mit der Fortsetzung seiner classischen Biologie erfreute, in der wir mit der bekannten Gründlichkeit des Herrn Verfassers auf eine geistreiche Weise sämmtliche Entdeckungen der erwähnten Physiologen zusammengestellt und kritisch beleuchtet finden. Der grüne Farbestoff der Vegetabilien entsteht nach Herrn Treviranus †) aus jenem weissen Stoffe, der sich aus manchen ausgepressten Pflanzensäften erst bey einer Temperatur von 56° R. oder durch Zusatz von Säuren, Alcohol, Schwefelwasserstoff, oder Ammonium in weissen Flocken abscheidet. Nach den angegebenen Eigenschaften halten wir diesen abgeschiedenen Stoff für vegetabilisches Eyweis und geben zu, dass die Hüllen der grünen Kügelchen daraus gebildet werden, das in diesen farbelosen Hüllen enthaltene grüne Harz ist aber ein stickstofffreyer Körper und wir können einfacher annehmen, dass er aus kohlensaurem Wasser durch den Lebensproeess der Pflanze entstehe.

---

*) Georgii Wahlenberg de sedibus materiarum immediatarum in plantis tractatio. — In quatuor sectiones divisa. — Upsaliae Typis Edmannianis 1806 et 1807.

**) Lehrbuch der theoretischen Chemie von Leopold Gmelin. 3te Auflage 2. Band 1829.

***) Biologie oder Philosophie der lebenden Natur von G. R, Treviranus. 4. Bd, Götting. 1814.

†) A. a. O. p. 95.

Bald nachher erschien auch Kiesers*) Anatomie der Pflanzen mit sehr schönen Bildern von Durchschnitten gefärbter Pflanzentheile und nicht minder guten Bemerkungen über den Inhalt gefärbter und ungefärbter Zellen, über die Verschiedenheit des Inhalts der Zellen und Intercellulargänge, die keine unmittelbare Gemeinschaft mit einander haben. Alle weissen Pflanzentheile, vorzüglich die Corolle, sollen in ihren Zellen statt wässriger Feuchtigkeit Luft enthalten, womit wir nicht immer übereinstimmen können. Dagegen geben wir zu, dass die Brechung der Lichtstrahlen die weisse Farbe der Corolle erzeuge und jede andere Farbe der Pflanze durch einen gefärbten Zelleninhalt entstehe. Sehr gute Bemerkungen finden wir ferner über das Chlorophyll, seine Natur, seinen allmähligen Uebergang in Extraktivstoff u. s. w.

§. 8. Die Arbeit des Herrn Voigt über Blumenfarben**) scheint weniger gekannt als sie es wohl verdiente. Sie enthält sehr viele Beobachtungen und der Herr Verfasser sucht auf eine angenehme Weise das verschiedenartige wissenschaftlich zu ordnen. Man sieht aber auch hier, dass so zahlreich die Beobachtungen sind, sie noch nicht hinreichten, um zu wichtigen allgemeinen Folgerungen über einen Gegenstand zu leiten, dessen Character Veränderlichkeit, im Kampfe des Chemismus mit der Vitalität ist. Wir wollen einige dieser Einwürfe hervorheben und im Allgemeinen das Werkchen mit mehr Aufmerksamkeit behandeln, als ihm bis jetzt zu Theil geworden zu seyn scheint. Vorerst müssen wir dem Verfasser einige Ausdrücke z. B. „Unkraut und Gras“ verargen, wenn er von gewöhnlich vorkommenden Pflanzen spricht, die aber zu dem Titel „wissenschaftliche Bear-

---

*) Grundzüge der Anatomie der Pflanzen von Dr. D. G. Kieser. Jena 1815. §. 143—148.

**) Die Farben der organischen Körper, wissenschaftlich bearbeitet von F. S. Voigt. Jena 1816.

beitung“ des Gegenstandes nicht passen. Ferner ist die Hypothese, dass das Grüne an mehr roheren, und ausgedehnten*), das Rothe an mehr feinern und zusammengezogenen Theilen vorkomme, ein unhaltbarer Satz und die angeführten Beyspiele von den Blättern der Tradescantia discolor, die auf der Unterfläche, wie so viele andere roth sind, widersprechen dieser Ansicht gänzlich und eben so wenig können wir die Blüthenknospen unserer Ziergewächse meist roth finden. Ueberhaupt können wir dem Verfaseer nicht beistimmen, wenn er ein Schwanken der Vegetation zwischen Grün und Roth annimmt, und das § 32 aufgestellte Gesetz, dem zu Folge das Grün der Pflanze in einer senkrechten Linie von unten nach oben in Roth übergehe, dann aber beim Eintritt einer neuen Bildung nach der Horizontale, in der Blume, auch Blau und Gelb, Violett und Orange hervortrete, ist wohl nicht ganz der Natur gemäss entworfen. Ganz in derselben begründet ist aber die centrifugale Eigenschaft der blauen Farbe mit den sämmtlichen Uebergängen bis zu Roth, wie wir später selbst durch den innern Bau der Blumenblätter beweisen werden. Die Beobachtungen des Herrn Verfassers **) über Concentration der Farben, gelb und blau und die dadurch hervorgebrachte Wirkung; über den mehr flüssigen (extraktiven) Zustand des blauen und den mehr trocknen (harzigen) des gelben Farbestoffes, sind zwar nur speculativ aber richtig und es ist sehr zu bedauern, dass der Herr Verfasser chemischer Kenntnisse entbehrte, um mittelst diesen die Wahrheit seiner Sätze durchgreifend zu beweisen. Ein Entstehen des Schwarz durch Concentration der extractivstoffigen (kohlenstoffreichen) Farbe ist zwar im Allgemeinen richtig; der Herr Verfaeser hätte aber nicht allein das Hochroth als die Grundlage dieser Farbe anfüh-

*) A. a. O. p. 45.

**) A, a. O. p. 63.

ren sollen, denn es bildet nur in den seltenen Fällen und nie das reine Schwarz in seiner höchsten Concentration.

Pelletier und Caventou untersuchten die grüne Farbe der Blätter zuerst mit der gehörigen Sorgfalt und gaben ihr den Namen Chlorophyll, der ziemlich allgemein angenommen wurde und den wir ebenfalls beibehielten. *) Die Einzelheiten ihrer Untersuchung werden wir in der nächsten Abtheilung unserer Arbeit, die der grünen Blattfarbe besonders gewidmet ist, näher erörtern.

Was Herr C. G. Nees von Esenbeck **) in seinem, in der botanischen Litteratur Epoche machenden, Lehrbuche der Botanik über die Farbe sagt, ist keines Auszuges fähig; nur des Herrn Verfassers geistreiche Idee der sinnlichen Darstellung der Farbe sey mir, hier wiederzugeben, erlaubt. „Die Farbe überhaupt erscheint unter dem Bilde einer Kugel, in deren Mittelpunct das reine Grau fällt und an deren beyden Polen Schwarz und Weiss hervortreten, während in der Aequatorialbreite derselben die differenten Farben in diametralen Gegensätzen sich sondern und wieder in einander verlieren.

§. 9. Aus dieser Zeit bezitzen wir auch die chemische Untersuchung des Safrans von Herrn Aschoff ***). Diese Narben enthalten eine mit dem Namen Polychroit belegte Substanz, die auch die Herren Bouillon-Lagrange †) und Vogel ††) bey ihren Analysen dieser Pflanzentheile fanden. Wir erkennen nach den angegebenen Eigenschaften in diesem Polychroit den allgemeinen gelben Farbestoff der

---

*) Journal de Pharmacie 1817. Tome III.

**) C. G. Nees von Esenbeck Handbuch der Botanik. Nürnb. 1820. Bd. 1. §. 77. n. 3.

***) Berliner Jahrb. 1818. p. 141.

†) Ann. de Chimie LXXX. 188.

††) Tromsd. J. XXI. St. 1296.

Blumen wieder. Herr Geiger *) untersuchte die Blumen der Calendula officinalis. Wir konnten die Arbeit leider selbst nicht benutzen, glauben aber in dem darin aufgefundenen gelbgrünen Weichharze unsern harzigen Farbestoff wieder zu erkennen. Gleichzeitig erwähnen wir hier der Analysen mehrerer Blumen, die theils um diese Zeit, theils etwas früher oder später ausgeführt wurden. Die Blumen der Arnica montana untersuchte Weber (Pfaff. materia medica III. 209.) ferner Chevallier und Lassaigne (Berl. Jahrb. XXIV. I. 158.), des Carthamus tinctorius L. Dufour (Ann. Chim. 48. 283.) der Genista tinctoria und Spartium scopiarum Cadet de Gassicourt (Journ. de Pharm. X.) Tanacetum vulgare wurde von Fromherz (Geig. Magaz. 1824. Octbr.) und Peschier (Tromsd. Journ. St. 2. 177 des XIV. Bd.), Narcissus Pseudo-Narcissus von Caventou (Journ. de Pharm. II. 540.) Verbascum Thapsus von Morin (Journ. de Chim. med. II. 231.) untersucht. Papaver Rhoeas L. untersuchte Riffard (Journ. de Pharm. XII, 412.), Rosa gallica Cartier (Journ. de Pharm. 1821. Novmb.), Viola odorata Pagenstecher (Buchn. Rep. XIV.) Dahlia pinnata Payen (Handb. d. Chemie von Gmel. II. p. 676.) Mirabilis Jalapa Roux (Journ. de Pharm. XI, 510.).

In einer sehr interessanten Vorlesung des Herrn Hornschuch über die Entstehung und Metamorphose der niedern vegetabilischen Organismen giebt uns der Herr Verf. auch seine Ansichten über die vegetabilischen Farben vom rein physikalisch-speculativen Gesichtspuncte aus. Wir stimmen wie jeder mit ihm überein, dass das Grün des Pflanzenreichs einen gewissen Punkt der Ruhe und des Gleichgewichtes, einen Indifferentismus bezeichne und zunächst in

*) Dissertatio de Calendula officinali autore Ph. L. Geiger. Heidelbergae 1818.

Gelb und Blau übergehe, (nicht aber in Beyde zerfalle, wie allenfalls der Mahler aus Gelb und Blau Grün mischt). Ob aber aus den angeführten Beispielen zu schliessen sey, dass Gelb höher stehe als Blau, wie Herr Hornschuch annimmt oder tiefer, nach Herrn Okens Meynung, ist ein Streit um Worte, die Nichts erklären und alle angeführten Beispiele erleiden Ausnahmen; daher sind auch Schlüsse nach dem Vorkommen der Farbe sehr gewagt, wenn man einen so beschränkten Gesichtskreis zieht, wie ihn die Pflanzen eines Gebirgsstriches bieten können.*)

Herrn Glockers Versuch über die Wirkungen des Lichtes auf die Gewächse müssen wir hier dankend unsern Beyfall zollen. Er enthält mit sehr vielem Fleiss zusammengetragen, was man seit Bonnet über diesen Gegenstand beobachtet hatte und die eigenthümlichen Bemerkungen des jungen Verfassers erinnern an den scharfsinnigen Geist des jetzt berühmten Gelehrten. Den Einfluss des Lichts auf die Färbung der Blumen hat Herr Glocker im Allgemeinen richtig aufgefasst, wenn wir auch nicht immer mit ihm übereinstimmen können. Es ist zwar eine seit Aristoteles bekannte Sache, dass die oberirdischen Pflanzentheile beim Ausschlusse des Lichts bleich und farblos werden, aber es folgt hieraus nicht der Schluss: „Das Licht bringt eine dunklere Färbung in den Pflanzen hervor.“ **) Die Ausnahmen von dieser Regel sind gewiss häufig und nicht bloss scheinbar, wie der Herr Verfasser meint. Man sehe nur einmal ein Beet mit den verschiedenen Arten der Ehrenpreis und Glockenblumen an, die bei demselben Lichteinfluss in ihren Blüthen das lichteste und dunkelste Blau er-

---

*) Verhandlungen der kaiserlich Leopold. Carolinischen Academie der Naturforscher. Bd. II. Bonn 1821, p. 515—582.

**) Versuch über die Wirkungen des Lichts auf die Gewächse von E. F. Glocker. Breslau 1820. p. 78.

zeugen, je nachdem ihre Individualität es verlangt und ihre innere Oekonomie es bereitet. Was der Herr Verfasser *) über die Aenderung der Blumenfarbe hinsichtlich ihrer Qualität sagt und dem vermehrten oder verminderten Lichteinflusse zuschreibt, können wir nicht billigen und müssen uns die Darlegung unserer vom chemischen Gesichtspunkte ausgehenden Ansichten bis weiter unten vorbehalten und bemerken hier nur wiederholt, wie so schwankend alle hier und in vielen andern Fällen angeführten Beyspiele sind, wenn man nicht die Umstände und Bedingungen der Veränderung ganz genau anzugeben im Stande ist. Wer mass die Intensität der Lichtes, bei dem die Achillea Millefolium, die Bellis perennis, die Anemone nemorosa wuchs und roth wurde? Wer wollte behaupten, dass diese Pflanze nur auf Gebirgen, wo der Lichtquell ihnen einige 1000 Fuss näher (eine nicht beachtenswerthe Kleinigkeit bei Betrachtung der Sonnenferne) ist, immer roth und in der Ebene immer weiss blühe? Wir sahen die Achillea neben einander stehen, deren eine Pflanze roth, die andere weiss blühete. Die weissblühende war die höchste und ragte daher noch freier der Lichteinwirkung entgegen. Beim Uebergange der blauen Blume in die rothe Farbe **) und umgekehrt ist dem Herrn Verfasser in Beziehung auf den Lichteinfluss die Regel selbst nicht constant und allgemein und wir bedauern, dass der Herr Verfasser diesen Wechsel nicht chemisch zu erklären suchte, was so nahe liegt und da wir doch bald sehen ***), wie so richtig die Bedingungen aufgefasst wurden, unter welchen allein das Sonnenlicht auf die angegebene Weise auf die Farbe der Blumen wirken kann. Besonders möchten wir die Bedingungen 3 und 4 einem Schriftsteller der neuern Zeit, der die materiellen Grundlagen der organischen Farben eine

*) A. a. O. p. 91

) A. a. O. p. 95. — *) p. 101.

Eselsbrücke nennt, zur Ansicht empfehlen. Wir aber stimmen gern mit dem Herrn Verfasser überein *) wenn er behauptet, das Dunklerwerden der Pflanzen sowohl, als die Entstehung ihrer grünen und bunten Farben sey ein rein chemischer Process und müsse auf diese Weise erklärt werden. Sollten wir den Mangel der vergleichenden chemischen Untersuchungen,**) welche der Herr Verfasser damals zur Erklärung der bunten Blumenfarben vermisste, in etwa durch unsere Arbeit gehoben haben, so wäre der Zweck derselben erfüllt.

So wie man einerseits bei den Untersuchungen über die Blüthenfarben die Vernachlässigung chemischer Versuche rügen muss, sind wir bei der Arbeit Lémaire-Lisancourts ***) im entgegengesetzten Falle. Gern leiten wir mit ihm alle rothen Blumen von der Gegenwart einer Säure ab, und verwerfen dagegen seine Ansicht über die Natur der violetten, blauen, gelben und grünen Farben, die von vorherschenden Alcali abhängen sollen gänzlich, da sie auf nichts als eine falsch verstandene Analogie beruhet.

Einen sehr lehrreichen Abschnitt über die Farben der Gewächse finden wir in dem Werke des Herrn Linck †) „Membrani et succi plantarum indifferentes decolores sunt, desoxydatione et aucto carbone colorantur.“ Ob auch die verschiedenen Blüthenfarben von der mehr oder minder fortgeschrittenen Desoxydation abhängen, scheint der gelehrte Herr Verfasser selbst zu bezweifeln und stellt die für uns sehr wichtige Frage auf: „Colores mineralium a certa aquae copia saepe efficiuntur, e. g. in cupro sulphurico. Num simili modo in plantis, a certa scilicet proportione oxygenei et hydrogenei arctius conjunctorum, oriuntur?“

---

*) A. a. O. p. 160. — **) p. 168.

***) Bullet. des sciences par la soc. philomatique Dec. 1824.

†) Elementa Philosophiae botanicae, auctore H. F. Linck. Berolini 1824. §. 194.

§. 10. Sämmtliche Werke des leider zu früh verstorbenen Schüblers sind Zeugen eines nicht gewöhnlichen Fleisses und dasselbe müssen wir auch über seine und des Herrn Franck Untersuchungen*) sagen, die uns in der Lehre über die Blüthenfarben gleichsam Epoche bildend erscheinen. Schüblers Bemühungen wurden auch vielseitig anerkannt, da sie das einzige Zusammenhängende sind, was wir über Blüthenfarben in chemischer Beziehung besitzen. Die Resultate dieser Untersuchungen gingen in fast alle Lehrbücher der Botanik und Physiologie über; wir werden uns daher hier etwas länger aufhalten, um uns später desto kürzer fassen zu können, um so mehr, da wir, dieser allseitigen Anerkennung ohngeachtet, nicht immer mit dem seeligen, von uns hochgeehrten Verfasser übereinstimmen. Der von Schübler eingeschlagene Weg zur Extraction und Prüfung der Farbestoffe**) konnte nur unreine Resultate geben, wie wir bei der Angabe unseres eigenen Verfahrens zu erläutern suchen werden. Der Versuch in einer blass violetten Tinctur von Hemerocallis coerulea durch Reagentien die Ordnung der Farben näher zu verfolgen und eine chemisch-vegetabilische Farbenreihe im Gegensatz zur prismatischen aufzustellen ist wohl mehr eine schöne Spielerei und kann dem Chemiker, der die verändernde Wirkung seines Reageuz auf den Farbestoff kennt, nicht genügen, am wenigsten aber dem Physiologen eine Erklärung über die Entstehung seiner Blumenfarben geben.

Ein polares Verhältniss der Blumenfarben nehmen wir zwar mit dem Verfasser an und betrachten, wie schon erwähnt, das Grün als Indifferenzpunkt, müssen aber vom

---

*) Untersuchungen über die Blüthenfarben u. s. w. eine Inaugural Dissertation von C. A. Franck unter dem Präsidium von G. Schübler. Tübingen 1825.

**) A. a. O. p. 5,

chemischen Gesichtspunkte aus die Existenz einer gelbrothen und blaurothen Farbenreihe läugnen, da das materielle derselben nicht existirt. Zur terminologischen Bezeichnung ist es freilich nöthig, den Uebergang des Rothen in Blau und Gelb zu bezeichnen, es ist dann aber jedenfalls besser, die oben erwähnte sinnreiche Idee des Herrn Präsidenten Nees von Esenbeck allen andern vorzuziehen oder auch die Arbeit von Merimée, welche den Farbenkreis mit seinen Uebergängen bildlich sehr schön darstellt und selbst einen mathematisch bestimmten Ausdruck für jeden Farbenton erlaubt, in Anwendung zu bringen *). Mit aller Strenge müssen wir uns ferner opponiren gegen die Ausdrücke „oxydirte" (gelbrothe) und „desoxydirte" (blaurothe) Farbenreihe, da diese Ausdrücke, wenn sie sich auf etwas Bestimmtes stützen, sehr bezeichnend sind, hier aber, wo noch Niemand die Blüthenfarbestoffe in chemisch-reinem Zustande sah und also noch weniger eine Untersuchung ihrer elementaren Zusammensetzung vornehmen konnte, darf man in dem jetzigen Entwicklungs-Stadio der Phytochemie diese Ausdrücke nur mit Vorsicht und Sicherheit bei organischen Stoffen gebrauchen, wenn nicht Verwirrung der Begriffe entstehen soll, wie diese Bezeichnungsweise der Farbenreihen sie häufig veranlasste.

Sehr müssen wir bitten, diesen Bemerkungen nicht die Absicht unterzulegen, als möchten wir die Verdienste Schüblers um die Lehre von der Blüthenfarbe schmälern. Es sind zehn Jahre verflossen, seitdem Schübler hierüber arbeitete und wir sind überzeugt, der Seelige würde nicht anstehen, seine Ansicht jetzt zu ändern.

Wir erwähnen hier auch zweyer Abhandlungen des Herrn Th. Fr. L. Nees von Esenbeck, die oberflächlich be-

*) Elémens de Physiologie végétale par M. C. F. Brisseau-Mirbel. planche 72.

trachtet, dem von uns untersuchten Gegenstande fremd zu seyn scheinen, es aber keineswegs sind, wie wir in § 30 dieser Abhandlung näher zu erörtern Gelegenheit nehmen werden. Die eine, für sich ein Werkchen darstellende Abhandlung beschäftigt sich mit der künstlichen Färbung der rothen Weine *), die andere mit Untersuchungen über den Farbestoff der blauen Trauben **).

Die lehrreichen Versuche des Herrn Göppert ***) über die Wirknng der Blausäure auf die Pflanzen erstrecken sich auch auf die Veränderungen, welche die Blumenfarben im Blausäuredunst erleiden. Es geht daraus hervor, dass die Farbe sämmtlicher weissen und gelben Blumen darin unverändert blieben, dass die der blauen und violetten und der grösste Theil der fleischfarbenen in Weiss verwandelt wurden, während zwey der letztern Farbe, Erica mediterranea und Erica tubiflora die Farbe ihrer Blumen behielten. Die der scharlachrothen und purpurfarbenen Blumen blieben theils unverändert, theils wurden die Blumen weisslich, theils schmutzigbraun. Alle grünen Theile wurden blassbraun oder gelblich darin. Der Dunst des ätherischen Terpenthinöls wirkte sehr verschiedenartig und zwar so, dass wir keinen für uns wichtigen Schluss daraus ziehen können. Auch der Einfluss des Ammoniakgases auf lebende Pflanzen wurde geprüft und die Wirkungen desselben mit denen der Blausäure und ätherischen Oele durchaus gleich gefunden. Herr Göppert führt aber keine Versuche an, die von dem Verhalten

---

*) Ueber die künstliche Färbung der rothen Weine und die Mittel diese zu entdecken von Dr. Th. Fr. L. Nees von Esenbeck. Düsseldorf 1826.

**) Ueber den Färbestoff der blauen Weintrauben von Dr. Fr. Nees von Esenbeck in Brandes Archiv des Apotheker Vereins. Bd. 20. Hft. 3.

***) De acidi hydrocyanici vi in plantas Commentatio scripsit H. R. Göppert. Vratislaviae 1827.

der Blüthen in Ammoniakgas Rechenschaft geben, sonst würde er hierbei gewiss eine grosse Verschiedenheit in den Wirkungen, verglichen mit denen der ätherischen Oele und der Blausäure gefunden haben.

Nicht minder interessant sind die Versuche mit Quecksilberdunst*), bey denen alle Pflanzen starben, indem die Blüthen und Blätter am Rande oder auch in der Mitte braune Flecken bekamen, die sich immer weiter verbreiteten.

§. 11. Berzelius giebt in seinem Lehrbuche der Chemie **) im passenden Zusammenhange was über organische Farben im Allgemeinen bekannt ist. Die Farbestoffe der rothen und gelben Blumen werden als noch wenig bekannt angegeben und bey den blauen wird der Schüblersche Versuch und seine Theorie über das chemische Farbenspectrum auf ähnliche Weise, wie von uns beurtheilt und erklärt. Die Mittheilung des grossen nordischen Chemikers über das Chlorophyll ***), das er als Wachs aus grünen Blättern und Stengeln unter den festen Oelen aufzählt, kann uns aber am allerwenigsten genügen; wir müssen es sogar als eine Unrichtigkeit aufzählen, dass die grüne Farbe durch Säuren zerstört werde.

Die so berühmt gewordene Abhandlung des Herrn Macaire-Prinsep konnte Herr Berzelius noch nicht in seinem Werke benutzen. Sie ist vielfältig übersetzt und in sehr viele teutsche Zeitschriften und andere Werke übergegangen. Wir müssen aber dennoch den grössten Theil der Angaben über die chemischen Eigenschaften der Farbestoffe

---

*) Uebersicht meiner Erfahrungen über Einwirkung des Quecksilbers auf die Vegetation von Dr. Göppert in Breslau. Brandes Archiv d. Apoth. Vereins. Bd. 25.

**) Lehrbuch der Chemie von J. Jacob Berzelius aus dem Schwedischen übersetzt von F. Wahler. Bd. 3 p. 666—676.

***) Berzelius a. a. O. p. 411.

nicht allein in Zweifel ziehen, sondern für gänzlich falsch erklären. Es würde uns zu weit führen, diese Behauptung hier durch Beispiele in ihrer ganzen Ausdehnung zu beweisen und wir müssen daher auf unsere eigene Arbeit, und die des Herrn Macaire-Prinsep *) selbst verweisen. Dem Chlorophyll werden hier Eigenschaften zugeschrieben, die es gar nicht besitzt, so z. B. soll es durch Säuren roth werden. Die gelbe Chromule der Blätter im Herbste und der gelben Blumen hält Herr M. für identisch; sie soll in Alcalien grün werden, was wir nie finden konnten und im Gegentheil beobachteten, dass die Auflösung der gelben Chromule durch einige Tropfen conc. Schwefelsäure wieder auf grün zurückgeführt wurde und eben so verhält sich dieselbe gegen conc. Salzsäure. In den Blättern und Blumen konnten wir nie einen rothen harzigen Farbestoff auffinden; er war immer derselbe und zwar immer extraktivstoffartig. Wenn Herr Macaire nach Herrn Decandolle das Chlorophyll „Chromule verte" nennt, so mag das hingehen, obschon der neue Name überflüssig ist; aber die andern Farbestoffe des Pflanzenreichs sind mit dem grünen nicht so nahe verwandt, dass man sie nur Chromule jaune rouge u. s. w. bezeichnen darf, wenn wir auch überzeugt sind, dass sie in allen blattartigen Organen aus dem Chlorophyll hervorgehen. Wem sollte es einfallen, den Zucker zu den Schleim- oder Stärkmehlarten zu rechnen, obschon wir als bekannt annehmen, dass durch den Lebensprocess der erstere aus den letztern entstehe. Bey der speciellen Würdigung dieser Arbeit kann man sich nicht enthalten, alle Resultate in Zweifel zu ziehen; wir haben jedoch die

*) Mémoire sur la coloration automnale des feuilles par M. Macaire-Prinsep. (lu en Novbr. 1826) voy. les Mémoires de la société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève. Tome IV. 1828. p. 43-53.

Versuche über den Athmungsprocess nicht wiederholen können und wollen aus diesem Grunde der Annahme, dass die herbstliche Färbung der Blätter ein Oxydationsprocess sey, nicht wiedersprechen.

Fast zu gleicher Zeit mit Herrn Macaire legte H. Derheims der französischen Akademie der Medicin eine Abhandlung über eben berührten Gegenstand vor. Die darin aufgestellten fünf Gesetze über die Abweichung der Blätter von der grünen Farbe sind auf so oberflächliche Beobachtungen gegründet und wurden von den französischen Berichterstatter Robinet und Guibourt und von deutschen Uebersetzern *) so vielfältig angegriffen, dass wir sie als nicht aufgestellt ansehen dürfen.

Herrn Schulz Behandlung der Lehre von den Blüthenfarben gehört zu den Bessern **) und enthält nebst vielen eigenthümlichen Ansichten eine schöne Sammlung der zerstreuten Erfahrungen. Wir stimmen nicht mit dem Herrn Verf. überein, wenn er vorzugsweise die Epidermis der Blumenblätter als den Sitz der Farbe annimmt. „Aeussere Umstände und innere Bestimmungen der Pflanzen machen die Farben der Blumen sehr veränderlich“ ***). „Man hat die Ursache der Farbenbildung in den Blumen dem Lichte zugeschrieben, und es ist nicht zu läugnen, dass das Licht wie überhaupt zur Erregung eines gesunden Lebensprocesses, auch als äussere Bedingungen für die Erzeugung der Farbe wichtig ist“ †). „Ueberall wirkt das Licht hier bloss als

---

*) Botanische Litteratur-Blätter herausgegeben von der König. botanisch. Gesellschaft zu Regensburg. Bd. 2. p. 403. Regensb. 1829. — Brandes Arehiv des Apotheker Vereins. Bd. 25. p. 172. — 1828.

**) Die Natur der lebendigen Pflanze von Dr. C. H. Schulz. 2tr. Theil Stuttg. u. Tübingen 1828.

***) a. a. O. § 180. †. a. a. O. §. 181.

äussere, entfernte Ursache. Die Hauptsache ist die Energie des Lebensprocesses, und wo diese vorhanden ist, können auch andere äussere Umstände dieselben Wirkungen hervorbringen " *). Dieses sind allgemeine Sätze von hoher Wichtigkeit und nach dem Leben entworfen, mit denen wir völlig übereinstimmen. Eben so machen wir aufmerksam auf die §§. 186. 187. und die specielle Betrachtung der einzelnen Farben, die sich auf Schüblers oben angeführten Untersuchungen stützen.

Zur Verständigung über die Lagerung des Farbestoffs in den Blüthen und übrigen gefärbten Pflanzentheilen empfehlen wir die Arbeit des Herrn Meyen über den Inhalt der Pflanzenzellen, die namentlich sehr viel Belehrendes über die Natur und das Vorkommen der Chlorophyllkügelchen enthält **). Vor allen zeichnet sich aber die Phytotomie des gelehrten Herrn Verfassers durch Vollständigkeit und Deutlichkeit vor andern aus ***). Es ist die Anatomie bisher bei der Lehre von den Blüthenfarben zu sehr vernachlässigt worden und es wird sich später ergeben, welch eine grosse Erleichterung die Kenntniss des innern Baus der Blumenblätter uns bei der Untersuchung ihrer Färbung verschafft.

§. 12. Auf das classische Lehrbuch der Chemie von Herrn L. Gmelin werden wir noch oft Gelegenheit haben zurück zu kommen, da es ohnstreitig die organische Chemie am vollständigsten unter allen abgehandelt enthält, und für uns eine reiche Quelle schätzbarer Erfahrungen wurde †).

---

*) A. a. O. §. 183.

**) Anatomisch-physiologische Untersuchungen über den Inhalt der Pflanzenzellen von F. J. F. Meyen. Berl. 1828.

***) Phytotomie von F. J. F. Meyen. Berlin 1830.

†) Handbuch der theoretischen Chemie von Leop. Gmelin 3te Auflage. 2ter Band. Frankfurt 1829.

In dem Lehrbuche des Hrn. Hundeshagen finden wir das Kapitel über die Farben zwar sehr kurz aber recht gut behandelt und empfehlen besonders die Andeutungen über das chemische Verhältniss der Farbestoffe *) einer nähern Würdigung,

Die fast gleichzeitig erschienenen Dissertationen der Tübinger Schule unter dem Presidio unsers seeligen Schüblers über die Vertheilung der Farben und Geruchs-Verhältnisse in verschiedenen Familien können wir hier nur nahmhaft machen und müssen auf die Arbeiten selbst oder auf die Auszüge derselben, die sich in mehrern Werken, unter andern in: „Ueber das Licht, vorzugsweise über die chemischen und physiologischen Wirkungen desselben. Ein Versuch von Dr. Landgrebe, Marburg 1834." §. 150. 151. vorfinden. Die erste Arbeit befindet sich auch abgedruckt in dem 5ten Bande der Annalen der Gewächskunde von Eschweiler unter dem Titel: „Untersuchungen über die Vertheilung der Farben- und Geruchs-Verhältnisse in den wichtigern Familien des Pflanzenreichs von Prof. Schübler und Fr. Jos. Köhler. Tübingen 1831. — Die beyden andern behandeln den Gegenstand specieller und zwar die erste beschäftigt sich mit „Untersuchungen über die Vertheilung der Farben- und Geruchsverhältnisse in den Familien der Rubiaceen von Prof. Schübler und F. X. Müller. Tübingen 1831", die andere mit „Untersuchungen u. s. w. in den Familien der Asperifolien, Primulaceen, Convolvulaceen, Campanulaceen, Rosaceen, Ranunculaceen, Papaveraceen und Nymphaeen von Prof. Schübler und K. Fr. Feil. Tübingen 1831".

Die chemische Untersuchung des Farbestoffes **) der rothen

---

*) Die Anatomie, der Chemismus und die Physiologie der Pflanzen von Dr. G. Ch. Hundeshagen. Tübingen, 1829. §. 26.

**) Schweigger Journ. für Chemie und Physik Bd. 65. p. 165.

Blumen von Hrn Elsner ist in chemischer Beziehung recht gut zu nennen. Er stellte den Farbestoff auf verschiedene Weise aus den rothen Blumen verschiedener Pflanzenfamilien dar und bewies die Identität desselben in allen untersuchten Blumen. Die Untersuchung konnte aber weniger wichtige Resultate geben, weil sie isolirt dasteht und jede andere vegetabilische Farbe unberücksichtigt lies. Wir finden daher auch keine Schlüsse über die eigentliche Natur der Farbe, ihre Entstehung und Metamorphose und die ganze Untersuchung scheint mehr einen technologischen Zweck gehabt zu haben.

Auf eine sehr klare Weise finden wir die bis jetzt von uns erwähnte Litteratur theilweise ausgezogen und auf des Verfassers interessante Art dargestellt in dem Lehrbuche des Herrn Agardh*). Hinsichtlich der Einwirkung des Lichtes auf die Färbung der Gewächse finden wir ähnliche Ideen wie bei Herrn C. H. Schulz und vorzüglich viel Gewicht auf die Gas-Entwickelung gelegt. Mit der Sauerstoff-Entwickelung tritt die grüne Farbe, mit der Kohlensäure-Entwickelung die eigentliche Blumenfarbe, die bunte Farbe der Botaniker, hervor. Wir geben dieses natürlich zu, sehen aber nicht ein, wie der Verfasser beweisen will, dass in dem Masse, als die Kohlensäure-Entwickelung lebhafter wird, auch die Farben höher werden. Und wie entstehen nun bei der Entwickelung desselben Gases, der Kohlensäure, die beyden sich polar entgegengesetzten Farben Blau und Gelb?

Herr Voget untersuchte die Blumen des Cactus speciosus auf ihren Farbestoff**). Die Arbeit steht einzeln da und kann nur angeführt werden, weil der Verfasser zwey rothe extraktive Farbestoffe gefunden haben will, woran wir zweifeln müssen.

---

*) Allgemeine Biologie der Pflanzen von C. A. Agardh. Aus dem Schwedischen von Creplin. Greifswald 1832. p. 262.

**) Annalen der Pharmacie Bd. V. Heft 2. p. 205.

Die bekannte Erscheinung, dass die Blumen unserer Garten-Hortensien unter Umständen blau blühen, veranlasste die Herren Schübler und Lachenmeyer zu einer Untersuchung *), mit der sie die Farben-Veränderungen mehrer andern Blumen in Verbindung braehten. Die Hortensien werden zum Blaublühen gebraeht dureh eine Mischung des Bodens mit fein zertheilter Kohle, Eisenoxyd oder Alaun. Es leidet wohl keinen Zweifel, dass eine in so künstlich gemischtem Boden waehsende Pflanze zu einer veränderten innern Thätigkeit veranlasst werde und wir wollen diese hier als eine unterdrückte Säure-Erzeugung ansehen, da Schübler selbst sagt, dass die blauen Blumen durch schwache Säuren ihre rothe Farbe wieder annehmen, denn es hat etwas Widerstrebendes für uns, zu sagen: „der Boden befindet sieh durch die Beimisehungen in einem desoxydirten Zustande", da man sich von einem dureh beigemisehte Kohle, Eisenoxyd oder Alaun desoxydirten Boden keine Vorstellung machen kann.

Auf jeden Fall ist diese Umänderung der rothen Farbe in die blaue eine gezwungene und kann nicht so eigentlich mit der Veränderung verglichen werden, welehe die blauen Blumen der Asperifolien oder riehtiger gesagt, alle blaue Blumen erlitten haben, deren Knospen ohne Ausnahme einen, oft aber schnell vorübergehenden, Zeitpunkt haben, wo sie roth sind. Es ist diese letzte Veränderung eine mehr natürliche, an die Lebensperioden der Blume geknüpfte; in beyden Fällen das ursächliche Verhältniss aber dasselbe.

Von vielem Interesse sind aueh die Untersuehungen über die Farbenverhältnisse in den Blüthen der Flora Teutschlands von G. Schübler und Ph. L. Wernle. Tübingen 1833, wodurch im Allgemeinen wieder jene Resultate bestätigt

*) G. Schübler und J. C. Lachenmeyer Untersuchungen über die Farbenveränderungen der Blüthen. Tübingen 1833.

werden, dass nach dem Pole zu die weisse Farbe vorherrscht. Ob aber aus unsern jetzigen Erfahrungen über die Zahl der Pflanzen mit einer bestimmten Farbe, im Verhältniss zu denen in einer andern Gegend, sich jene Schlüsse ziehen lassen, wie wir sie in ähnlichen Werken immer finden, mögten wir bezweifeln und nicht allein den climatischen Verhältnissen das Vorherrschen der einen oder der andern Farbe zuschreiben.

§. 13. Wir schliessen den Litteraturbericht über den von uns untersuchten Gegenstand mit einigen sehr schätzbaren Werken und erwähnen zuerst das so viel besprochene des Herrn Pieper *). Nach der §. 90. ausgesprochenen Ansicht des Herrn Verfassers hat das Werk für uns eigentlich geringe Wichtigkeit, da die Blume als künftige Pflanze schon mehr Individualität besitzen soll und ihre Färbung ausser dem Bereich der aufgestellten Gesetze liege. Wir aber betrachten das Blumenblatt als ein durch den Reproductions-Trieb verändertes Blatt, erkennen in der Blumenfarbe das metamorphosirte Blattgrün und halten daher das wechselnde Farben-Verhältniss in den verschiedenen Lebens-Perioden des Blattes nicht so sehr aus dem Kreise unserer Betrachtung gelegen. Gern stimmen wir dem Urtheile des Herrn Meyen **) über dieses Werk bei und erkennen in dem Herrn Verfasser einen vorzüglich fleissigen Leser des trefflichen Lehrbuches der Botanik von unserm hochgeehrten Presidenten, Herrn C. G. Nees von Esenbeck. — Was die Chromato-Genesiologia betrifft, so finden wir nicht in dem Abschnitte, was die Ueberschrift andeutet. „Die Farbe der Pflanze, sagt der Herr Verfasser, ist also nichts anders, als das äusserlich sichtbar gewordene Verhältniss, worin die

*) Das wechselnde Farben-Verhältniss in den verschiedenen Lebens-Perioden des Blattes nach seinen Erscheinungen und Ursachen von D. Ph. Anton Pieper. Berlin 1834.

**) Wiegmanns Archiv Jahrg. I. Heft 2. p. 186—190. 1834.

Pflanze zum Lichte steht"; und ferner „die Pflanze nimmt Licht aus der Umgebung auf, differenzirt es nach ihren individuellen Standpunkte und schafft sich dadurch ihre Farbe." Man sieht hieraus, dass die Sache vom rein physikalischen Standpunkte aus betrachtet wurde und darüber ist wenig zu sagen; es sind dieses allbekannte Sätze, die schon von Robert Boyle ausgesprochen wurden und die wir nicht widerlegen können. Es sollte aber doch auch nicht ganz verworfen werden, wenn wir das Materielle der Pflanze kennen zu lernen suchen, wodurch dieselbe so verschiedene Farben-Erscheinungen hervorbringt. Der Herr Verfasser scheint zu wenige Kenntnisse der Chemie zu besitzen um ihre Wichtigkeit zur Erklärung der Farben-Erscheinungen schätzen zu können, da er dieser Wissenschaft immer den Stab zu brechen sucht. Er beweiset dieses unter andern durch seinen Versuch mit dem Safte der Begonia discolor *), da er sonst die violette Farbe am negativen und die rosenrothe am positiven Schliessungsdrathe seiner Voltaischen Säule recht gut verstanden und mit der grünen, die Herr Dutrochet am negativen Pole erhielt, in Einklang gebracht haben würde. Das polare Verhältniss der Farbe und der Pflanze ist auf eine sehr klare Weise dargelegt; man fühlt es; ob aber immer die beweisführenden Beispiele glücklich gewählt und alle Folgerungen richtig sind, kann hier nicht erörtert werden. Ueber den §. 73. wollen wir selbst schweigen und nur aus dem Jahresberichte des Hrn. Meyen hierüber folgende Stelle anführen: „Der Herr Verfasser hätte zuerst die räumlichen und wirklich sichtbaren Ursachen der Pflanzenfärbung nähr untersuchen sollen, dann hätte er bei seinem hohen Scharfsinne gewiss sehr schöne Resultate zu Wege gebracht; doch sehr viele Stellen in jener Schrift verrathen es, dass er, so wie viele andere Bearbeiter der Philosophie des Absoluten, mit der Beobachtung nicht gleichen

*) A. a. O. §. 17.

Schrift geht, sondern alles erklären will, ohne auch nur die ersten Ursachen der Erscheinung zu kennen. Denn mit der Annahme des Chlorophyllins, dieser bequemen Eselsbrücke, ist wahrlich wenig gewonnen, da man hierbei nicht begreift, woher denn die übrigen Farben kommen u. s. w. sind Pieper's Worte. Mit Bedauern müssen wir aus jener so scharfsinnigen Schrift eine solche Stelle (§. 58.) hervorheben; aber sie allein möchte den Charakter der ganzen Schrift liefern" *).

Die zweyte Abtheilung handelt vom Wechsel der Pflanzenfarbe (Chromato-Morphologia) als dessen Ursache immer das Vorwalten der positiven Wurzelseite (roth, orange, gelb) oder der negativen Stengelseite (blau, indigo, violett) angenommen wird, während Grün den Indifferenzpunkt bezeichnet. Die Blume aber, als rudimentäre Anlage der künftigen Pflanze besitzt mehr Individualität und die angegebenen Verhältnisse haben auf die Farbe der Blumen weniger Einfluss. Ob die Metamorphose der Blattfarbe in die Blumenfarbe ihren Grund in einer Oxydation oder Desoxydation habe, und ob diese Processe, wie viele verwechseln, eins seyn mit Säurung und Alcalisation, bezweifeln wir ebenfalls wie Herr Pieper und liessen uns schon mehrmal hierüber aus.

Sehr schön ausgearbeitet nach den besten und neusten Quellen ist der Abschnitt über Farben im Lehrbuche des Herrn G. W. Bischof **). Die bekannte Gediegenheit der Schriften des Herrn Verfassers liegt auch hier in der Wahl der Mittheilungen, bei denen derselbe sich nicht ängstlich und bestimmt an eine Erklärungsweise hält, sondern physiologisch mit Berücksichtigung der chemischen und physikalischen Gesetze die Ursache der Farbe und ihren Wechsel im Pflanzenreiche zu erklären sucht.

---

*) Wiegmanns Archiv I. Heft 2. Berlin 1835. p. 188.

**) Lehrbuch der Botanik von D. G. W. Bischof. 2. Bd. p. 147—155. 1835.

Beim Schlusse unserer Arbeit erhielten wir den zweyten Theil der Pflanzenphysiologie des Herrn De Candolle in der teutschen Uebersetzung des Herrn Roeper *). Es lässt sich von der Gründlichkeit und Gelehrsamkeit beyder Herren nur Gediegenes erwarten und wir finden daher sowohl im Text des Originales als in den Anmerkungen des Herrn Roeper einen ausserordentlichen Schatz von Erfahrungen, der von der grossen Belesenheit der Herrn den deutlichsten Beweis giebt. An eigenen Beobachtungen ist dieser Abschnitt weniger reich als die andern dieses umfassenden Werkes über Pflanzenphysiologie, daher wir weniger nöthig haben uns auf das einzelne einzulassen.

Nur müssen wir erwähnen, dass die Eintheilung der Blumenfarben des Herrn Schübler in eine gelbrothe und blaurothe Reihe, ursprünglich die Idee des Hrn. De Candolle oder, wie Herr Roeper meint, des Herrn Lamarck ist; die blaurothe nennt Herr De Candolle die cyanische oder desoxydirte, die gelbrothe aber die xanthische oder oxydirte.

Vom grünen Farbestoffe des Pflanzenreichs.

§. 14. Jedes Blumenblatt war zu einer Zeit seines Lebens als Knospe grün. Die künftig gelben Blumenblätter gehen unmittelbar aus Grün in Gelb über, die übrigen nehmen vor ihrer vollständigen Entwickelung eine mehr oder minder blasse, weisse oder weisslich grüne Farbe an. Es geht hieraus hervor, dass die Farbe der Blüthen ein modificirtes Blattgrün sey. Vom physiologischen und chemischen

*) Augustin Pyramus De Candolle's Pflanzenphysiologie. Aus dem Französischen übersetzt von Johannes Röper. Zweyter Band. Stuttgardt 1835.

Gesichtspunkte aus steht dieser Annahme kein Grund entgegen, da ähnliche Stoffumwandlungen den Charakter des vegetabilischen Chemismus bezeichnen. Ob diese Veränderung des Blattgrüns in die Blumenfarbe ein Oxydations- und Desoxydationsprocess sey, ob sie durch die Wirkung von Säuren und Alcalien hervorgebracht werde, oder ob gar diese Farbenänderung durch ein Zerfallen des Grün in Gelb und Blau entstehe, hat man noch nicht beweisen können. Die letztere Theorie schien uns die natürlichere, aber wir müssen gestehen, dass die vielfältigsten Versuche uns nie die geringste Hoffnung gaben, dass sich das Blattgrün in Blau und Gelb zerlegen lasse.

Die Eigenschaften des Blattgrüns werden in den Lehrbüchern der Chemie und Physiologie auf die verschiedenste Art beschrieben und Herr Herberger hat seine vor zwey Jahren angekündigte und einleitungsweise angedeutete Arbeit *) über diesen Gegenstand bis jezt nicht zur Oeffentlichkeit gebracht. Wir legen daher unsere Versuche über diesen Gegenstand, so weit sie seine Darstellung und Eigenschaften, in Bezug auf seine Metamorphose, beleuchten können, hier vor, da nur nach der Erkennung derselben die Entstehung der Blumenfarbe deutlicher erklärt werden kann.

§. 15. Schon die verschiedenen Namen, mit denen man den grünen Farbestoff der Pflanzen bezeichnete, beweisen wie verschiedenartig die Ansichten über seine Natur waren. Wir übergehen alle und nehmen den von Pelletier und Caventou vorgeschlagenen an, da diese Chemiker den Stoff zuerst sorgfältiger untersuchten und ihn Chlorophylle (Blattgrün) nannten. Den neusten des Herrn De Candolle (Chromule verte) müssen wir ganz verwerfen, da die auf Macaire-Prinseps Angaben gestützte Annahme des

*) Das Chlorophyll in den drey Stufen seiner Entwickelung, seiner Blüthe und seiner endlichen Metmorphose, beschrieben von J. E. Herberger in Buchn. Repert. Bd. 44. p. 59.

Herrn De Candolle nicht haltbar ist und der Name grünes, rothes, blaues und gelbes Chromul zu irrigen Ansichten über die Natur der Blüthenfarben verleitet.

Der grüne Farbestoff besteht nach der Annahme aller Phytotomen aus Kügelchen, die in einer durchsichtigen farblosen Hülle den grünen Stoff enthalten. Beym Acer platanoides fand Raspail diese Kügelchen von der Grösse des 3osten Theils eines Millimeters. Sie schwimmen im Zellensafte der grössern Zellen und werden durch Aether und Alcohol entfärbt, indem ihnen der grüne Farbestoff entzogen wird. Wir können demnach nicht begreifen, wie Macaire-Prinsep zur Darstellung der grünen Chromule die frischen Pflanzentheile vorher mit Aether kochend behandeln durfte um das Wachs davon zu trennen, da mit dem Wachs unfehlbar das Chlorophyll gelösst wird.

Unsere Verfahrungsart ist einfacher und gegründet auf die Natur des darzustellenden Stoffes. Wir nahmen aus einer in chemischer Beziehung möglichst indifferenten Familie, den Gramineen, die jungen Blätter einer Avena und übergossen sie frisch geschnitten, mit Alcohol von 84 Proc. Nach einer Maceration von wenigen Tagen bey 10^0—12^0 R. waren die Blätter entfärbt und die Tinctur schön grün. Sie wurde bey 40^0 R. zur Trokne verdunstet und der grüne Rückstand zur Entfernung des Extraktivstoffes mit Schwefeläther ausgezogen. Was nach dem Verdunsten desselben zurückblieb nennen wir Chlorophyll, wissen aber sehr gut, dass es in diesem Zustande nicht als einfacher Pflanzenbildungstheil, sondern als noch ferner zusammengesetzt zu betrachten sey*). Die Beimischungen haben aber bei unserm Zwecke keinen Nachtheil, da sie der Erscheinung der Farbe nicht hinderlich sind und bei dem gewöhnlichen Verfahren der organischen Chemie zur Reindarstellung der Stoffe, unser Blattgrün bald

*) Vergl. J. Pelletier in Annalen d. Pharmac. Bd. 6. p. 31.

bis zur Unkenntlichkeit verändert werden würde. Der Weg zur fernern Zerlegung des Chlorophyll kann erst im Laufe der Untersuchung selbst berührt werden, ist aber einstweilen ohne Einfluss auf unsere Betrachtung.

§. 16. Der nach dem Verdunsten des Schwefeläthers gebliebene Rückstand war dunkelgrün, in Masse fast schwarz, in dünnen Lagen zeigte er sich gelblich grün und blieb selbst nach mehrtägigem Austrocknen bey 16—18° R. noch knetbar und weich.

Er lösste sich leicht in fetten und ätherischen Oelen, in Aether und Alcohol von 84 Proc. in letzteren hinterliess er jedoch einen schwärzlich braungrünen trocknen Rückstand, der sich mit derselben unansehnlichen Farbe in absoluten Alcohol und Aether löste. Die Lösungen des Chlorophylls waren sämmtlich sehr schön grün und reagirten nicht sauer.

Aetzkalilauge verhielt sich gegen Chlorophyll anfangs indifferent und erst nach längerer Zeit bildete sich eine schwach grünliche Lösung auf der das Chlorophyll, scheinbar unverändert als eine weiche Masse schwamm. Mit vielem Wasser verdünnt lösste sich aber alles bis auf einen hellen wachsartigen Rückstand mit gelbgrünlicher Farbe auf. Weder bei diesem Chlorophyll, noch bei dem veränderten Chlorophyll aus im Herbste gelbgewordenen Weintrauben-Blättern konnten wir beobachten, dass Aetzkalilauge eine grüne Farbe hervorrufe, wie Herr Macaire-Prinsep behauptet.

Eine Lösung von kohlensaurem Kali färbte sich mit Chlorophyll gelblich, brachte aber keine vollständige Auflösung desselben hervor.

Wird Chlorophyll mit destilirtem Wasser in Berührung gesetzt, und einige Zeit bei 14—15° R. damit digerirt, so bildet sich eine etwas trübe, schön gelbe Lösung, die durch einige Tropfen Weingeist klar wird. Das Chlorophyll bleibt, in seinem Ansehen theilweise verändert, d. h. mehr pulveriger und dunkler zurück, hat aber seine charakteristischen

Eigenschaften behalten und lässt sich durch fortgesetzte Digestion mit verdünntem Weingeiste von 30 p. C. ganz in eine schöne gelbe Auflösung verwandeln. Wurde in ein solches Wasser, worin Chlorophyll suspendirt war, Kohlensäure geleitet, so trat eben erwähnte Erscheinung schneller ein, und in sehr kurzer Zeit war alles Chlorophyll zu einer trüben gelben Flüssigkeit aufgelösst.

Die gelbe wässrige Lösung wurde „durch Schwefelsäure farblos." Durch kohlensäurliches Kali dunkler gelb gefärbt; durch Borsäure nicht verändert, durch Bleyzucker hellgelb gefallt und durch Zinnchlorür gelblich getrübt.

§. 17. Verdünnte Schwefelsäure, eine Lösung von Oxalsäure wirkten nicht auf Chlorophyll und verhinderten selbst die Einwirkung des Wassers. Essigsäure von 1,050 spec. Gew. verhielt sich ohngefähr wie Wasser, nur war die Lösung nicht so rein gelb.

Conc. Salpetersäure (von 1,300 spec. Gew.) bildete mit dem Chlorophyll in der Kälte eine goldgelbe Lösung, die durch Schwefelsäure nicht verändert ward.

Salzsäure (von 1,120 sp. G.) färbte sich damit schön grasgrün; wenig Salzsäure bildet mit viel Chlorophyll eine dicke teigartige Masse von fast schwarzer Farbe, die sich in mehr Salzsäure mit schön grüner Farbe löset, während ein dunkler Theil sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit und an den Wänden des Gefässes sammelt, und von der Lösung durch Filtriren getrennt werden kann, indem er sich einem Fette ähnlich, in das Papier einsaugt. Wird das Filter mit Wasser und verdünntem Weingeist von aller grünen Lösung befreit, getrocknet und mit Schwefeläther digerirt, so lösst derselbe den in der Salzsäure unlöslichen Rückstand auf, der nach dem Verdunsten des Aethers als olivenfarbene, in gewöhnlichem Alcohol schwer, in absoluten Alcohol, Schwefeläther, fetten und ätherischen Oelen leicht lösliche Tropfen zurückbleiben, die auf Papier Fettflecken machen, und deren weingeistige Lösung sauer reagirt,

obgleich salpetersaure Silber-Lösung keinen Salzsäure-Gehalt darin anzeigte. Conc. Schwefelsäure lösste diese fettartigen Tropfen auf, die Lösung war durch Weingeist zersetzt und das Oel wieder unverändert abgeschieden. Die grüne, ins bläuliche schimmernde Auflösung des Chlorophylls in Salzsäure, lässt sich mit Alcohol ohne Veränderung mischen und so oder für sich lange Zeit aufbewahren, ohne, dass wir eine Zersetzung im verstopften Glase bemerken konnten. Mit Wasser lässt sie sich nur bis zu einem gewissen Grade verdünnen, ohne getrübt zu werden. Diese salzsaure Auflösung wird durch kohlensaure Alcalien und Erden gefällt und der grüne pulverige Niederschlag kann mit Wasser ausgewaschen und in Alcohol gelöset werden. Nach dem Verdampfen erhält man einen pulverigen grünen Rückstand, der sich in Aether, ätherischen und fetten Oelen löset und für den reinen grünen Farbestoff gehalten werden könnte, wenn wir nicht durch Auflösen in conc. Schwefelsäure gesehen hätten, dass es eine Verbindung desselben mit Salzsäure ist, die sich daraus brausend in nicht geringer Menge entwickeln lässt. Es gelang uns nicht diese salzsaure Verbindung zu trennen und es lag diese Arbeit auch nicht in unserm Plane; vielleicht gelingt es später noch. Wenn wir aber die saure Reaction des oben erwähnten, von Salzsäure nicht gelöseten Oels, mit der Neigung dieses grünen Farbestoffes sich mit concentrirten Säuren zu verbinden, näher erwägen, finden wir im Chlorophylle eine binäre Verbindung, in der der Farbestoff die electropositive Rolle spielt.

§. 18. Concentrirte Schwefelsäure lösst das Chlorophyll mit der intensivsten blaugrünen Farbe und hinterlässt ebenfalls den dunklen öligen Körper. Die Lösung hält sich sehr lange Zeit, in einem offenen Gefässe selbst, unzersetzt, nur muss die Mündung des Gefässes nicht zu weit und die Atmosphäre nicht zu feucht seyn, damit die Schwefelsäure nicht zu viel und rasch Wasser anziehe, und das Aufgelösste fallen lässt. Uebergiesst man diese Auflösung mit einem Weingeist

von 40 p. C. so, dass sich beide Flüssigkeiten anfangs nicht mischen, so färbt sich die saure Auflösung dunkel indigblau und dieselbe Farbe nimmt nach und nach auch der Weingeist an. Diese dunkelblaue Auflösung hinterlässt nach dem Filtriren ebenfals einen dunklen und öligen Rückstand, wie wir ihn, nach der Lösung in Salzsäure zurückbleibend, beschrieben.

In der Hauptsache verhielten sich ebenso das Chlorophyll aus der Isatis tinctoria L., Indigofera Anil L. und Amorpha fruticosa L. — Das Chlorophyll der Blutbuche (Fagus sylvatica β. purpurea du Koi) wich aber mehr ab und zeigte einen Uebergang zum veränderten Chlorophyll aus den im Herbste gelbgewordenen Weintrauben-Blättern.

In welche Abtheilung der nähern Pflanzenbildungstheile unser Chlorophyll gehört, wollen wir nach unserer Untersuchung nicht entscheiden, und uns nur die beyden Hauptmomente: das Gelbwerden des Chlorophylls durch Behandlung mit Wasser (wahrscheinlich durch chemische Bindung desselben), und das Blauwerden desselben durch Behandlung mit conc. Schwefelsäure und Alcohol, ohne Zweifel also durch chemische Entziehung von Wasser, stets vor Augen halten.

Beim Verbrennen des Chlorophylls entwickeln sich stark sauer reagirende Dämpfe, und keine Spur von Ammoniak, daher wir das Chlorophyll mit den mehrsten Chemikern als einen stickstofffreien Körper betrachten.

§. 19. Nur eine, in ungestörter Lebensthätigkeit sich befindende Pflanze ist geschickt diesen grünen Farbestoff zu erzeugen. Eine Bedingung dieser ungestörten Lebensthätigkeit ist aber, nebst mehrern andern materiellen Stoffen, die Einwirkung des Lichts und der Wärme in entsprechender Quantität*). Sehen wir bei Ausschluss des Lichts erwach-

*) Das Verhältniss der Electricität und des Magnetismus zur lebenden Pflanze ist noch zu wenig erforscht, um etwas Bestimmtes

sene Pflanzen bleich und farblos, so nehmen wir diese Erscheinung als Folge des krankhaften Zustandes, als Folge einer Störung im innern Haushalte der Pflanze und demnach als secundaire Folge des Lichtmangels an.

Das Bedürfniss des direkten Lichts zum Wohlleben der Pflanze hinsichtlich der Quantität ist sehr verschieden und es fällt daher weniger auf, auch einzelne im Schatten wachsende Pflanzen gefärbt zu sehen. Bei diesen Schattenpflanzen tritt selbst der umgekehrte Fall ein, — sie werden im direkten Lichte bleich — wie wir ein Aspidium patens L. und mehrere Farrnkräuter beobachteten, die, so weit die Lichtstrahlen auf ihre Wedel fielen völlig bleich, an den bedeckten Stellen aber grün waren.

Die gesunde Pflanze erzeugt auch in ihrem Innern, wohin nie ein direkter Lichtstrahl dringen konnte, den grünen Farbestoff. Herr L. C. Treviranus beobachtete grüne Embryonen bei den Malvaceen, Papilionaceen, bei Linum und Tropaeolum *); wir sahen dieselben bei mehreren Convolvulus Arten z. B. C. Scammonia und C. sepium L. und wer hätte nicht schon die grünen Cotyledonen der Faba vulgaris bemerkt? Man untersuche die Knöspchen der Blumen z. B. Potentilla atrosanguinea Don. Althea rosea Cavan. die, festgeschlossen dunklere Blätter enthalten, als die geöffnete Blumenkrone. Es liessen sich solcher Fälle gar viele anführen, die unter Bedingung des materiellen Einflusses des Lichtes zur Erzeugung der Farbe schwer zu erklären sind.

Was den oben erwähnten Versuch des Herrn von Humboldt betrifft, so müssen wir die desoxydirende Kraft des Wasserstoffgases, die es mit dem Lichte gemein hat, hier

---

hierüber angeben zu können. Es unterliegt aber wohl keinem Zweifel, dass ihr Einfluss auf das Pflanzenreich bey der allgemeinen Verbreitung dieser Imponderabilien, sehr mächtig sey.

*) Von der Entwicklung des Embryo mit seinen Umhüllungen im Pflanzeney. Berl. 1815. § 43. p. 96.

hervorheben, ohne grade die Aehnlichkeit zwischen Wasserstoff und Licht erkennen zu können, von der Herr Pieper*) spricht.

Wir finden den grünen Farbestoff mit übereinstimmenden Eigenschaften bey den höchsten und tiefsten Pflanzenformen und können wohl nicht mit Wahrscheinlichkeit annehmen, dass er unter dem Einflusse des Lichtes aus einem schon fertigen Gebilde des organischen Lebens entstehe, welches von diesen verschiedenen Pflanzenformen gleichmässig bereitet werde.

In der Kohlensäure und dem Wasser finden wir die elementaren Bestandtheile des Chlorophylls und im kohlensauren Wasser sehen wir unter dem Einflusse des Lichtes die erste Stufe des vegetabilischen Lebens, in der Form der einfachsten kryptogamischen Wassergewächse (der Algen) mit grüner Farbe entstehen und aus diesem kohlensauren Wasser geht nach unserer Ansicht auch im Innern der lebenden Pflanze die grüne Farbe hervor.

Ob der von grünen Pflanzentheilen ausgehaucht werdende Sauerstoff nach Sennebier von der Kohlensäure oder nach Bertholet von dem Wasser herrühre, wollen wir hier nicht untersuchen und nur annehmen, dass mit der relativen Vermehrung des Kohlen- und Wasserstoffes aus kohlensauerm Wasser das Chlorophyll entstehe.

Von dem zur Darstellung der Blüthenfarbestoffe angewandten Verfahren.

§. 20. Die Blumen wurden frisch von den Pflanzen genommen, von Kelch, Staubfäden und Fruchtknoten befreit und gleich mit Weingeist von 85 Proc. übergossen. Nach der Digestion von einigen Tagen bei 12—20° R. an einem halbdunkeln Orte trennten wir die Tinctur durch Filtriren

*) Das wechselnde Farben-Verhältniss u. s. w. p. 45.

von den Blumenblättern. Im Allgemeinen wurde hierdurch der Farbestoff völlig ausgezogen und nur in wenigen Fällen musste bei den blauen Blumen (Scilla sibirica) ein schwächerer Weingeist von 40 Proc. oder bei den gelben (Azalea pontica, Cassia ligustrina) absoluter Alcohol oder Schwefeläther angewandt werden. Die rothen und violetten Blumen würden aber immer von 85 procenthaltigem Weingeist entfärbt.

Die Tincturen der gelben Blumen sind immer gelb in verschiedener Intensität, je nach der hellern oder dunklern Farbe der Blumen, oder nach der relativen Menge der mit einander behandelten Blumen und Weingeist. Die Tincturen der blauen Blumen sind in der Regel farblos oder röthlich, selten blau, wie bei Dracocephalum altaicium, oder durch Umstände grün, wie die der Gentiana acaulis. Ebenso verhielten sich die der violetten Blumen, nur waren ihre Tincturen nie blau oder grün. Die Auszüge der rothen Blumen sind oft farblos, gelblich, röthlich oder auch ganz roth.

Die farblosen Tincturen der blauen, violetten und rothen Blumen werden durch Säuren roth und durch Alcalien blau oder grün gefärbt, wie auch Schübler beobachtete, der diese weingeistigen Auszüge bey seiner Arbeit mit Reagentien prüfte. Wir werden bald sehen, dass diese Auszüge noch mehrere Bestandtheile enthalten, und die Resultate eine bessere Uebersicht gewähren, wenn wir zur Untersuchung derselben einen andern Weg wählen.

§. 21. Durch freiwilliges Verdampfen der weingeistigen Tincturen in einem erwärmten Raume, erhalten wir Rückstände, die zunächst aus zwei Bestandtheilen, einem harzartigen und einem extraktivstoffartigen bestehen und durch Waschen mit kaltem destillirten Wasser getrennt werden können. Die gelben Blumen enthalten, wenige Fälle ausgenommen, ein dunkelgelbes Harz und einen fast farblosen Extraktivstoff; die blauen, violetten und rothen ein Harz von blasser, gelblicher oder grünlich-gelber Farbe und einen blauen

oder rothen Extraktivstoff. Die Färbung der braunen und pomeranzenfarbigen Blumen wird die anatomische Untersuchung derselben näher erörtern.

Der harzartige Bestandtheil der Blumen ward dann getrocknet, und seine Löslichkeits-Verhältnisse durch verschiedene Lösungsmittel geprüft. Es dienten hierzu Wasser, Weingeist von verschiedener Stärke, fette und ätherische Oele, Schwefeläther, conc. Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure, Aetzkali- und kohlensaure Kaliflüssigkeit. Die weingeistige Lösung dieses harzartigen Farbestoffs prüften wir aber hinsichtlich ihres Verhaltens zu Lakmuspapier, Aetzkalilauge, essigsaurem Bley und Eisenchlorid, die ebenfalls in Weingeist gelöst waren.

§. 22. Die klar filtrirte wässrige Lösung des Extraktivstoffs wurde theils zur Trockne verdunstet, um sein Verhalten in diesem Zustande gegen Alcohol, Aether, Schwefelsäure, ätherische und fette Oele u. s. w. zu erforschen, ein anderer Theil der Lösung aber mit Reagentien untersucht und die dadurch hervorgerufenen Erscheinungen verzeichnet.

Anfangs wandten wir folgende Reagentien an: Weinsteinsäure, Oxalsäure, Salpetersäure, Borsäure, kohlensäuerliches Kali, Aetzkali, Aetzammoniak, Kalkwasser, Chinin, Brechweinstein, Alaun, Zinnchlorür, essigsaures Kupfer, Eisenchlorid, schwefelsaures Eisenoxydul, salpetersaures Silber, neutrales und basisch essigsaures Bley, Galläpfeltinctur, Leim, Chlorwasser und salpetersaures Quecksilberoxydul. Im Laufe der Arbeit fanden wir, dass eine der stärkern Säuren und ebenso ein Alcali hinreichend sey, dass die Eisensalze immer dunkle Färbungen und Niederschläge, Galläpfeltinktur und Leim-Auflösung keine Veränderungen, Chlorwasser bei allen vollständige Entfärbung, Kupfer-, Silber- und Quecksilbersalze aber Niederschläge hervorbringen, die zur Charakteristik der Farbstoffe wenig beitrugen.

Wir verminderten die Zahl der Reagentien daher bei den blauen, rothen und violetten Blumen auf eine Lösung

von Weinsteinsäure, Zinnchlorür, Alaun, Boraxsäure, kohlensäuerlichem Kali, Chinin, neutralem und basisch essigsaurem Bley.

§. 23. Die Anwendung der Reagentien bei einem so empfindlichen Stoffe als die blaue, violette und rothe Farbe der Blumen ist, erfordert sehr viel Vorsicht, wenn die durch das Reagenz an die Natur gerichtete Frage verständlich beantwortet werden soll und es ist daher nöthig die nach dem Zusatze der Reagentien eintretenden Erscheinungen des Augenblicks mit den später erfolgenden Veränderungen zu vergleichen. Vor allen müssen wir aber auf die Verschiedenheit der Erscheinungen aufmerksam machen, die durch ein etwas Mehr oder Minder der verschiedenen Reagentien hervorgebracht werden. Es ist dieses besonders wichtig bey den Erscheinungen, die basische Stoffe als kohlensäuerliches Kali, Chinin u. s. w. in den Lösungen des Farbestoffs der rothen und violetten Blumen hervorbringen. Diese basischen Stoffe, und die Bleysalze, die ihnen ähnlich wirken, wandten wir daher als höchst verdünnte Auflösungen an.

Nur die Erfahrung leitet hier bei der Beurtheilung der Erscheinungen und nachdem man sich diese durch viele Versuche erworben, wird die Unterhaltung mit der Natur über ihren schönsten Schmuck eine der verständlichsten und angenehmsten.

Bei den Extraktivstoffen der gelben und weissen Blumen wurden im allgemeinen dieselben chemischen Reagentien in Anspruch genommen und auch das Verhalten seiner Lösung gegen concentrirte Schwefelsäure geprüft.

Wenn wir bestimmte Farben-Nüancen bezeichnen wollten, so wählten wir als Richtschnur die Farbentafel, welche der „Natur-Geschichte der drey Reiche zur allgemeinen Belehrung bearbeitet von den Herrn G. W. Bischoff, J. R. Blum, H. G. Bronn, K. C. von Leonhard, F. S. Leuckart und F. S. Voigt“ beigegeben wurde.

Verzeichniss der Pflanzen, deren Blumen geprüft wurden.

A. Monocotyledonen.

§. 24.

a. Gelbe Blumen.

Fam. *Liliaceae.* Tulipa sylvestris L. *Hemerocallideae.* Hemerocallis flava L. *Amaryllideae.* Narcissus odorus *L.* N. Tazetta L. *Irideae.* Crocus luteus Lam. *Orchideae.* Orchis sambucina L.

b. Blaue Blumen.

Fam. *Liliaceae.* Scilla sibirica Andr. Hyacinthus orientalis L.

c. Violette und rothe Blumen.

Fam. *Liliaceae.* Hyacinthus orientalis fl. rubr. L. *Amaryllideae.* Amaryllis formosissima L. *Irideae.* Iris pumila L. *Marantaceae.* Canna iridiflora Bot. R. *Orchideae.* Orchis mascula L.

d. Weisse, pomeranzenfarbige und braune Blumen.

Fam. *Aroideae.* Arum divaricatum L. *Hemerocallideae.* Hemerocallis fulva L. *Irideae.* Iris cuprea Pursh. Ixia crocata L. (Tritonia Ait). *Marantaceae.* Canna limbata Rosc.

B. Dicotyledonen.

a. Gelbe Blumen.

Fam. *Primulaceae.* Primula Auricula L. Primula officinalis Jacq. *Scrophularineae.* Calceolaria integrifolia R. et P. *Bignoniaceae.* Bignonia radicans L. *Borragineae.* Amsinckia angustifolia Lehm. Nonea lutea DcC. *Gentianeae.* Gentiana

lutea L. *Ericaceae.* Azalea pontica L. *Compositae.* Georgina variabilis W. flore flavo. Calendula officinalis L. Arctotis grandiflora Jacq. *Rosaceae.* Rosa Eglanteria L. Kerria japonica Dec. *Leguminosae.* Cassia ligustrina L. Cytisus Laburnum L. *Hypericineae.* Hypericum pyramidatum L. *Oxalideae.* Oxalis caprina Thunb. *Papaveraceae.* Papaver nudicaule L. *Siliquosae.* Brassica Rapa L. *Ranunculaceae.* Caltha palustris L.

b. Blaue Blumen.

Fam. *Primulaceae.* Primula Auricula L. (limbo coeruleo). *Scrophularinae.* Veronica Buxbaumi Ten. *Labiatae.* Ajuga reptans L. Dracocephalum altaicum Ledeb. *Borragineae.* Omphalodes verna Mnch. Lithospermum pulchrum Lehm. Anchusa officinalis L. Pulmonaria officinalis L. *Gentianeae.* Gentiana acaulis L. *Apocyneae.* Vinca minor L. *Leguminosae.* Podalyria australis W. *Lineae.* Linum perenne L. *Violaceae.* Viola odorata L. *Siliquosae.* Heliophila stricta Sims. *Ranunculaceae.* Anemone hortensis L. Atragene alpina L. Delphinium exaltatum Ait. Aconitum vulgare Dec. Pulsatilla pratensis Mill.

c. Violette und rothe Blumen.

Fam. *Thymeleae.* Daphne cneorum L. *Acanthaceae.* Ruellia formosa Andr. *Scrophularinae.* Digitalis purpurea L. Verbascum phoeniceum L. *Verbenaceae.* Verbena chamaedryfolia Juss (V. Melindres B. R). *Labiatae.* Salvia splendens Sellow. *Borragineae.* Pulmonaria officinalis L. Nonea rosea Lk. *Apocyneae.* Vinca minor flore violaceo. *Oleaceae.* Syringa vulgaris L. *Ericaceae.* Azalea indica L. Rhododendron arboreum Sm. *Compositae.* Georgina variabilis Willd. Cineraria cruenta Herit. *Valerianeae.* Centranthus ruber DeC. *Cacteae.* Cactus speciosissimus Desf. *Caryophylleae.* Lychnis chalcedonica L. Silene Armeria L. *Rosaceae.* Rosa gallica L. Amygdalus persica L. Mespilus japonica L. *Leguminosae.*

Cercis Siliquastrum L. Lathyrus tingitanus L. *Malvaceae.* Hibiscus Rosa sinensis L. Pelargonium inquinans L. Geranium sanguineum L. *Cistaceae.* Cistus roseus Jacq. *Theaceae.* Camellia japonica L. *Papaveraceae.* Papaver bracteatum Lindl. Pap. orientale L. *Siliquosae.* Matthiola annua Sweet. *Ranunculaceae.* Anemone hortensis L. Paeonia multifida Pr. a Salm.

d. Weisse, pomeranzenfarbige und braune Blumen.

Fam. *Aristolochieae.* Aristolochia glauca Desf. *Scrophularineae.* Ecremocarpus scaber R. et P. (Calampelis scabra Don). *Apocyneae.* Vinca minor flore albo. *Asclepiadeae.* Asclepias tuberosa L. Asclep. curasavica L. *Oleaceae.* Syringa vulgaris fl. albo. *Compositae.* Georgina variabilis W. fl. alb. et aurantiaco. Zinnia tenuiflora Jacq. Tagetes patula L. *Rosaceae.* Prunus Cerasus L. Geum coccineum Sm. *Calycantheae.* Calicanthus floridus L. *Leguminosae.* Lotus Jacobaeus L. *Tropaeoleae.* Tropaeolum majus L. *Siliquosae.* Cheiranthus Cheiri L.

Wir fügen diesem Verzeichnisse noch jene gefleckten oder bunten Blumen bey, die wir theils chemisch, theils anatomisch untersuchten und im Folgenden näher beschreiben werden.

Fam. *Liliaceae.* Tulipa Oculus solis St. Am. Lilium croceum Bernh. Fritillaria imperialis L. Lachenalia tricolor Thb. *Violariae.* Viola tricolor L. *Scrophularineae.* Mimulus guttatus W. *Hypericineae.* Hypericum perforatum L. *Hippocastaneae.* Aesculus Hippocastanum L. Aesc. Pavia L. *Compositae.* Calliopsis bicolor. *Leguminosae.* Lupinus Cruikshankii B. M.

Von den Farbestoffen der Blumen.

§. 25. Nachdem wir die Blumen genannter Pflanzen auf oben angegebene Weise untersucht hatten, wurde es uns klar, dass, wie die Natur sich überall in ihrem Wirken durch die Einfachheit der Mittel auszeichnet, sie auch hier die höchste Manigfaltigkeit der Farbenpracht ihrer organischen Schöpfung, durch eine geringe Anzahl von Farbestoffen hervorbringt. Nur zwey solcher Blumenfarbestoffe konnten wir unterscheiden, die wir mit eigenen Namen belegen, wie es so ausgezeichnete, im Pflanzenreiche verbreitete, Stoffe wohl verdienen. Auch wird es uns mittelst dieser Namen leichter, bei der Beschreibung derselben und der Ableitung der Blüthenfarben aus ihnen, eine ermüdende Weitläufigkeit zu vermeiden.

§. 26. *Anthokyan* (von ἄνθος Blume, und κυάνωσις blaue Farbe) ist der färbende Stoff in den blauen, violetten und rothen und vermittelt ebenfals die Farbe aller braunen und vieler pomeranzenfarbigen Blumen. Ein grosser Theil der schwarzen und aller braunen Flecken auf den Blumenblättern werden durch ihn hervorgebracht. Im Zustande der Reinheit, wie wir ihn darstellten, ist er ein Extractivstoff von blauer (violetter oder rother) Farbe, sehr hygroscopisch, im trocknen Zustande unveränderlich, im feuchten oder aufgelösten bald zersetzbar, leicht löslich in Wasser und Weingeist von 50—60 Procent, unlöslich in absoluten Alcohol, Schwefeläther, ätherischen und fetten Oelen.

Die wässrige Lösung des Anthokyans ist in der Regel blau. Bey den mehrsten verschwindet aber die blaue Farbe dem Auge nach einigen Augenblicken, im offnen und verstopf-

ten Glase, im Sonnenlichte und im Dunkeln, wie z. B. bey Vinca minor, Dracocephalum altaicum, Linum perenne. Eine der ausgezeichnetsten Eigenschaften dieses Anthokyans ist seine Verwandschaft zu den Säuren, die es roth färben; die Tinctur der Blumen von Scilla sibirica z. B. ist fast farblos im verschlossenen Glase und verändert das Lackmuspapier nicht, beym Filtriren wird sie durch Anziehen von Kohlensäure lila und röthet Lakmuspapier; nach dem Verdunsten des Weingeistes bleibt das dunkelindigblaue Anthokyan zurück. — Durch Alkalien wird die blaue Farbe der Lösung grün; nach 12 bis 24 Stunden verschwindet dieses Grün, die Flüssigkeit wird gelblich oder bräunlich und ist zersetzt. Bleysalze bringen in den Lösungen des Anthokyans einen grünen Niederschlag hervor und wirken demnach Alkalien ähnlich, so, dass das neutrale essigsaure Bley einen rein grünen, das basische hingegen einen gelblich grünen Niederschlag hervorbringt. — Borsäure wirkt in der Regel gar nicht auf die Lösung ein, nur bey den verschwindenden z. B. Vinca minor, Dracoceph. altaicum oder bey den empfindlichsten von allen, Primula Auricula var. limbo coeruleo wirkt sie wie eine schwache Säure z. B. Kohlensäure und macht die Flüssigkeit lila oder violett. Sonst ist die Wirkung der Boraxsäure immer gleich der von einem schwachen Alkali, die Farbe wird reiner blau oder erhält einen schwachen Schein ins Grünliche. Alaun ist in seinem Verhalten ebenfalls verschieden wie die Borsäure, in der Regel verstärkt er die blaue Farbe, oder wirkt einer sehr schwachen Säure gleich, bey Vinca, Linum, aber sehr selten färbt er die Flüssigkeit grün, wie bey Gentiana acaulis. Zinnchlorür färbt die Flüssigkeit immer lila oder violett und demnach einer schwachen Säure gleich. Das Lakmuspapier wird von der Lösung des Anthokyans nicht verändert. Wird trocknes Anthokyan mit conc. Schwefelsäure übergossen, so färbt es sich gelb oder braun, und diese Lösung mit Wasser verdünnt, wird wieder schön purpurroth. Giebt man

zu diesen Lösungen oder zu den mit Säuren versetzten Anthokyan Stückchen metallischen Zinks, so verschwindet mit der fortschreitenden Entwickelung des Wasserstoffgases alle Farbe und diese farblose Flüssigkeit der Einwirkung des Wasserstoffgases entzogen, wird schnell wieder roth wie vorher. Eine Auflösung vom Anthokyan der Scilla sibirica wurde im hellen Lichte der März-Sonne bald violett und reagirte sauer; nach drey Tagen wurde die Flüssigkeit braungelb, reagirte weniger sauer und wurde durch Säuren nicht mehr roth; Alkalien färbten sie aber olivenfarben.

§. 27. Gehen wir nach der Betrachtung dieses reinen Anthokyan zum Farbestoff der violetten Blumen über, so finden wir in der Hygroscopicität, Consistenz und seinem Verhalten gegen die Auflösungsmittel durchaus keine Verschiedenheit vom Anthokyan. Nur könnten wir ihn als leichter löslich in Weingeist bezeichnen, da kein Fall vorkam, dass eine violette Blume im Alcohol von 86 Proc. ihren Farbestoff zurückgehalten hätte. Wir sahen ferner den violetten Extraktivstoff der Blumen von Iris pumila durch wiederholtes Abdampfen und Auflösen in blaues Anthokyan übergehen, und schliessen wohl mit Recht, dass der Farbestoff der violetten Blumen ein durch schwache Säure z. B. Kohlensäure verändertes Anthokyan sey, da auch im chemischen Verhalten dieses violetten Farbestoffes, der angenommenen Ansicht nichts entgegen steht.

Ein noch kräftigeres Argument finden wir in den Blumen der Nonea rosca. Die violetten Blumen werden im Alcohol nach und nach schön dunkelblau und es bildet sich eine grünlich gelbe, sauer reagirende Tinctur, die durchs Verdunsten in ein sehr dunkles Anthokyan und in ein schwefelgelbes Harz zerfällt. Diese blau gewordenen Blumen geben an Alcohol keinen Farbestoff mehr ab; die Wirkung des Alcohols tritt aber gleich wieder ein, wenn man in denselben Kohlensäure leitet. Die wässrige Lösung dieses violetten Anthokyan ist zwar auch dem Auge verschwindend,

wie z. B. bey Iris pumila, aber in minderm Grade als die des reinen Anthokyan. Die violetten Lösungen dieses Stoffes werden durch Säure-Zusatz in ein nach der Menge derselben verschiedenes Roth verwandelt und unterscheiden sich nicht von denen des gesäuerten Anthokyans. Durch eine vorsichtige Behandlung mit Alcalien ist jede Lösung des violetten Farbestoffes, also durch Sättigung der Säure, in *Blau* zurückzuführen; wir sehen dieses ebenfalls an jedem Filtrum oder Papier, das wir mit einer solchen Lösung benetzen und nach dem Trocknen blau gefärbt erblicken. Durch mehr Alcali änderten wir die Farbe in Grün, wodurch sich das Anthokyan auszeichnete. — Noch mehr wie beym Alcali muss bey Versuchen mit den Bleysalzen die höchste Vorsicht empfohlen werden, wenn man einen deutlichen Begriff von der Natur des Farbestoffes erlangen will und das verschiedenartige Aussehen der Niederschläge, mit verschiedenen Mengen von Bleysalz erzeugt, könnte leicht zu irrigen Schlüssen verleiten. Es ist aber als Gesetz festzustellen, dass mit möglichst geringen Mengen der Bleysalze ein blauer Niederschlag aus den Lösungen des violetten Farbestoffes erhalten wird, da grössere Mengen einen grünen erzeugen, wie wir ihn auch bey den Farbestoff der blauen Blumen erhielten. — Die Wirkung der Borsäure können wir im Allgemeinen auf den violetten Farbestoff als alkalisch bezeichnen, nur bey Nonea rosea und Cineraria cruenta wurde das nach dem Abdampfen blaue Anthokyan durch Borsäure wieder schwach lila oder violett. — Alaun wirkt hier fast immer wie ein schwaches Alcali und das Zinnchlorür wie eine schwache Säure.

§. 28. Wenn es uns geglückt seyn sollte, die materielle Grundlage der blauen und violetten Blumen als identisch zu charakterisiren, so dürften uns beim ersten Anblick wohl mehr Schwierigkeiten in den Weg treten, wenn wir auch die Farbe aller rothen Blumen als ein gesäuertes Blau darzustellen versuchen. Nach der Untersuchung vieler Blu-

men aus verschiedenen Familien bleibt aber kein Zweifel mehr übrig, dass die Grundlage der rothen Farbe blau ist und durch die im vegetabilischen Lebensprocess der Blume erzeugte Säure geröthet werde. Dieses gilt sowohl vom blassen Roth der Pfirsichblüthe und des Apfelbaumes als vom dunklen Granat der Blume des Papaver bracteatum und Rhododendron arboreum und die Untersuchung lehrt auch in den mennigrothen Blumen des Papav. orientale, in den scharlachrothen der Verbena chamaedryfolia nnd in der carminrothen der Daphne cneorum denselben Stoff erkennen.

Wir wiedersprechen hier dem seel. Schübler und vielen Forschern der neuern Zeit, die in den Blüthen eine gelbrothe und blaurothe Reihe annehmen, da es uns nicht möglich war, dieselbe chemisch nachzuweisen.

Die allgemeinen Eigenschaften dieses rothen Farbestoffes stimmen mit denen des Anthokyans überein, nur ist seine Löslichkeit in Weingeist noch grösser. Die wässrige Auflösung des rothen Farbestoffes verliert ihre Farbe nur selten theilweise nach der Bereitung, die völlige Entmischung erfolgt auch später und mit ihr völlige Entfärbung. Durch wiederholtes Abdampfen und Auflösen erhält man einen violetten oder blauen, schwerlöslichen Stoff, den wir hier Farbestoff-Absatz nennen wollen und dessen analoge Abscheidung man bei vielen Extraktivstoff-Arten des Pflanzenreichs beobachtet hat. Dieser in Wasser schwerlöslich gewordene Stoff ist bald mehr, bald weniger roth, bald violett, bald blau und hat schon oft zu der Annahme Veranlassung gegeben, dass in den Blumen ein rothes Harz enthalten sey. Es ist ein solcher Irrthum auch leicht möglich, besonders wenn man mit trocknen Blumen arbeitet, wie die Untersuchung der Blumen des Hypericum perforatum von Herrn Buchner *) beweisen. Durch einen geringen Zusatz von Säure

*) Buchner Repert. der Pharm. Bd. 34. Heft 2.

wird dieser Absatz aber wieder mit seinen frühern Eigenschaften hergestellt.

Die wässrige Lösung des rothen Farbestoffes reagirt immer sauer. Wenn wir diesen Satz gegen den seel. Schübler behaupten, der oft in den Tincturen der sehr lebhaft roth gefärbten Blumen selbst mit den empfindlichsten Reagentien keine freye Säure nachweisen konnte, so sind wir auch im Stande, den Grund dieses Wiederspruchs zu erklären. Schübler prüfte nämlich die Tincturen, und wie schon erwähnt, enthalten diese immer zwey Hauptbestandtheile der Blumenkrone, ein Harz und einen Extraktivstoff. Die Tincturen der rothen, violetten und blauen Blumen sind daher in der Regel farblos oder wenig gelblich gefärbt und reagieren dann nicht sauer. Während dem Verdunsten des Weingeistes und dem Ausscheiden des Harzes sieht man die Farbe nach und nach hervortreten. Der Extraktivstoff der rothen Blumen reagirt jetzt sauer und hat seine eigenthümliche Farbe angenommen. Werden beyde Theile wieder zusammen in Weingeist gelöset, so verschwindet saure Reaction und Farbe und die Tinctur ist in ihrer ersten Form wieder hergestellt.

So verhalten sich Geranium sanguineum, Centranthus ruber, Cercis Siliquastrum, Daphne Cneorum, Cistus roseus u. m. a. Andere geben gleich eine rothe Tinctur wie Cactus speciosissimus, Papav. bracteatum, Paeonia multifida, Rhododendron arboreum, Amaryllis formosissima, die aber immer gegen die wässrige Lösung des Farbestoffes noch blass zu nennen sind. Das Erscheinen der rothen Farbe in der Tinctur wird hier bedingt durch das relative Verhältniss des Harzes zum färbenden Extraktivstoffe, der in den prächtig gefärbten Corollen genannter Pflanzen in sehr grosser Menge enthalten ist und durch Zusatz des Blumenharzes aus irgend einer andern Blumenkrone ebenfalls hier völlig zum Verschwinden gebracht werden kann. Diese Erscheinung ist durchgreifend bey den blauen, rothen und violetten Blumen;

bei den pomeranzenfarbigen und braunen Blumen werden wir Gelegenheit haben uns ferner mit der Betrachtung derselben zu beschäftigen.

§. 29. Die Farbe der wässrigen Lösung des rothen Farbestoffes ist verschiedenartig roth; es gelingt aber leicht, durch Mischung des Anthokyans mit einer Säure in verschiedenen Verhältnissen alle jene Farben-Nüancen hervorzubringen, die wir im Extraktivstoffe der rothen Blumen finden. Die Mannigfaltigkeit der Farbe dieser Lösungen steht aber dennoch in keinem Verhältnisse mit der Mannigfaltigkeit der rothen Farbe in den Blüthen. Wir werden aber später Gelegenheit haben, zu sehen, wie die Natur durch Lagerung der Zellen und Bildung der Oberfläche und ihrer Ueberzüge, mit einem Stoffe so verschiedene Effecte hervorbringen kann.

Durch Säuren wird die rothe Farbe immer noch verändert, in der Regel höher roth oder auch wohl gelbroth. Die Lösungen desselben verhalten sich gegen Alcalien wie die des violetten; es gelingt immer dieselben auf Grün zurückzuführen, nur bedarf es oft einer sehr verdünnten Lösung und der Erscheinung des ersten Augenblicks, da dem Grün leicht ein Olivengrün und Braun folgt. Bey einiger Vorsicht ist es auch nicht schwer, die blaue Farbe des Anthokyans wieder herzustellen; wer aber mit chemischen Operationen vertraut ist, kennt die Schwierigkeit einer vollkommenen Neutralisation und wird es nicht widersprechend finden, wenn wir den Farbestoff der rothen Blumen durch Alcali häufiger in Grün verändert sehen, da es mit einiger Geschicklichkeit doch gelingt, die blaue Farbe hervorzurufen. Sehr leicht erreicht man diesen Zweck, wenn man nach Schübler's Vorgange die Lösung vorher mit Säure und dann mit Alcali versetzt. Die Papiere, welche man mit diesen rothen Farbestoffen benetzt, werden ebenfalls fast immer blau, was wohl von einem geringen Kalkgehalte der Papiere herrühren mag.

Was von der Einwirkung der Bleysalze auf den violetten Farbestoff gesagt wurde, findet auch bey dem rothen seine Anwendung. Die Borsäure wirkt bey dem rothen, stark gesäuerten Anthokyan wohl ohne Ausnahme alkalisch und bringt in der Regel eine violette Farbe darin hervor, ja bei Cercis Siliquastrum färbt sie die Lösung sogar grünlich. Alaunlösung wirkt entweder wie eine schwache Säure, oder bey den sehr gesäuerten gar nicht ein, nur bey den Blumen, die den Uebergang von den rothen zu den violetten bilden, bringt der Alaun eine violette Farbe in der Lösung hervor. Die Wirkung des Zinnchlorürs ist weniger genau zu bezeichnen, sehr häufig entsteht damit ein purpurrother Niederschlag wie bei Lathyrus tingitanus, bald ist er mehr lila, wie bei Geranium sanguineum, bald färbt es die Lösung nur purpurroth, Silene Armeria, bald hochroth wie bei Lychnis chalcedonica.

In den chemischen Werken finden wir unter den rothen harzigen Farben auch zweyer Farbestoffe aus Blumen erwähnt und zwar des Hypericumroth aus den Blumen von Hypericum perforatum und des Carthaminroth von Carthamus tinctorius.

Es scheinen dieses Widersprüche unserer Annahme zu seyn und veranlassten uns daher zu einer nähern Untersuchung. Die Natur des Hypericumroth werden wir später §. 43. zu erörtern Gelegenheit nehmen und haben über das Carthaminroth folgendes zu bemerken.

Es ist nach den Versuchen von John, Döbereiner etc. und unsern eigenen nicht zu den Harzen zu zählen, weil es schwerlöslich in Alcohol, unlöslich in Aether, ätherischen und fetten Oelen, aber leicht löslich in kohlensauren Alcalien nnd daraus durch Säuren als rothes Pulver fällbar ist. Letztere Isolirung der Carthaminsäure wollte uns jedoch weder aus trocknen noch frischen Blumen gelingen und wir konnten nur die Gegenwart derselben in rothen Farben vermuthen, die den Papieren ertheilt wurden, deren wir uns

zum Filtriren der geistigen und wässrigen Lösungen des gelben Carthamusfarbestoffes bedienten. Man hat das Carthaminroth zu den Säuren gerechnet und beobachtet, dass es mit den Alcalien farblose Salze bilde. Dieser Umstand und die Lagerung der Carthaminsäure in der Oberhaut der äussern Seite der Blumenkrone, da in der Regel die innere Seite derselben der Sitz der Farbestoffe ist, lässt uns vermuthen, dass die Carthaminsäure nicht zu den eigentlichen Blumenfarbestoffen zu rechnen sey und wir möchten uns sogar zu der Annahme neigen, dass diese Säure kein normales Gebilde, und die eigenthümliche Farbe des Carthamus tinctorus die gelbe sey. Im bot. Garten zu Bonn war seit Jahren nur ein Carthamus tinctorius mit gelben Blumen; man versäumte die Samen aus andern Gärten zu verschreiben und siehe! aus dem Samen der im vorigen Sommer noch gelb blühenden Pflanze, keimten im verwichenen Sommer Pflanzen mit theils schwefelgelben, theils rothgelben Blumen, deren eigenthümliche Safflorfarbe erst nach dem Verblühen hervorkam.

§. 30. Nach dieser allgemeinen Charakteristik des Anthokyaus und seiner Verbindungen mit Säuren, sollte es unsere Aufgabe seyn die Varietäten dieses Stoffes, wie ihn vielleicht einzelne natürliche Familien oder Gruppen des Gewächsreichs bereiten, zu unterscheiden. Wenn wir auch nicht in Abrede stellen, dass man vielleicht das Anthokyan nach den einzelnen natürlichen Familien des Gewächsreiches in verschiedene Unterabtheilungen bringen könne, so gestehen wir gern, dass die tausende von Versuchen, die wir mit den Farbestoffen anstellten, uns noch keine klare Uebersicht dieser chemischen Verschiedenheit geben konnten. Nur einzelne Beobachtungen fielen zu sehr auf, als dass sie nicht einer nähern Erwähnung bedürften. Die Mehrzahl der Pflanzen in den Familien der Asperifolien hat blaue und rothe Blumen, aber nur bei wenigen blauen Blumen gelang es, das Anthokyan in reinem Zustande darzustellen. Zwar zog der Weingeist die Farbe aus bei Anchusa, Pulmonaria,

Nonea; die Tincturen färbten sich mit Säuren roth, aber nach dem Verdampfen blieb eine bräunliche Extraktmasse zurück, auf die in der Regel Säuren nicht mehr röthend wirkten. So lange die Blumen der Asperifolien noch roth sind, lassen sie sich leichter ausziehen, was besonders auffallend bei Pulmonaria officinalis und angustifolia ist.

Wir müssen hier an den blauen oder violetten Absatz erinnern, dessen wir eben beim gesäuerten Anthokyan erwähnten, der mit der rothen Farbe auch seine Löslichkeit in Wasser uud Weingeist zum Theil verlor. Mit den Borragineen oder Asperifolien sind die Labiatae sehr nahe verwandt und wir fanden auch hier einzelne blaue Blumen z. B. der Ajuga reptans, deren Farbestoff sich nicht isolirt darstellen liess. Ebenso verhielten sich mehrere schöne blaue Leguminosen und Helleboreae z. B. Podalyria australis und Aconitum vulgare, deren Tincturen nur eine bräunliche Masse nach dem Verdunsten zurückliessen, die sich in Wasser lösste und so verhielt wie die Lösung des Anthokyans, die wir längere Zeit den Sonnenstrahlen ausgesetzt hatten. Wir müssen hier annehmen, dass der Weingeist aus den Blumen noch andere Stoffe auszieht, die zur Zersetzung des Anthokyans gewiss sehr viel beitragen. Von einem Theile dieser beigemengten Stoffe, namentlich den Salzen, kann man das Anthokyan sowohl im reinen als gesäuerten Zustande trennen. Elsner verfuhr schon so mit den rothen Farbestoffen, indem er die darin durch Bleisalze erzeugten Niederschläge mit Schwefel-Wasserstoff zersetzte. Wie wir auch fanden werden die Eigenschaften dieser Stoffe hierdurch nicht verändert und wir unterliessen dader diese sehr zeitraubende Operation und wählten immer den möglichst einfachen Weg.

In allen zur Blattbildung gehörigen Organen des Pflanzenreichs mit rother, violetter oder blauer Farbe finden wir das Anthokyan wieder. Viel seltener als in den Blumen im ungesäuerten Zustande, wie leicht zu begreifen ist und gegen

die Annahme mehrer andern Forscher fanden wir es hier immer unter einer farblosen Epidermis. Als ein sehr auffallendes Beispiel erwähnen wir noch einer Beobachtung des Herrn Professors Th. Fr. Nees von Esenbeck, unsers hochgeehrten Lehrers, dessen Untersuchungen zur Auffindung des Weges, den der aufsteigende Saft nimmt, wir beiwohnen durften. Die Versuche wurden auf folgende Art mehrere Sommer fortgesetzt, und schienen anfangs sehr erfreuliche Resultate zu geben. Junge 6—8 Zoll hohe in Blumentöpfchen gepflanzte Individuen der Impatiens Balsamina L., wurden anfangs mit in Wasser gelösstem blausaurem Kali, und dann nach einem oder zwei Tagen mit einer Lösung von Eisenchlorid begossen. Die Pflanzen lebten in der Regel ungestört fort und bei vielen, nicht bei allen, sahen wir auf dem Querschnitte des Stengels, wenn er einige Augenblicke der Luft ausgesetzt war, eine dunkelblaue Farbe in den, unter der Epidermis befindlichen Lagen des Zellgewebes entstehen, während die Gefässbündel farblos blieben. Es lag sehr nahe, diese Farbe, dem aus den aufgesogenen Substanzen gebildeten Berlinerblau zuzuschreiben, bis man beobachtete, dass die blaue Färbung nur bei den rothgefleckten Balsaminenstengeln eintrat, nie bei den ungefleckten, und dass die rothgefleckten diese Eigenschaft zeigten, wenn sie auch nicht mit jenen Substanzen gefüttert waren. Wir sehen daher in den rothen Flecken der Balsaminenstengel Zellen, die mit durch Kohlensäure gerötheten Anthokyan gefüllt sind. Werden diese Zellen blos gelegt, so entweicht die Kohlensäure und das Anthokyan tritt rein mit seiner Farbe hervor. Ferner treffen wir dasselbe zuweilen in den nicht perennirenden fleischigen Wurzeln z. B. der Beta Cicla und vulgaris, da sonst in den zur Stamm- und Wurzelbildung gehörigen Organen der rothe Farbestoff — harziger — und der gelbe — extraktivstoffartiger — Natur ist. Noch müssen wir hier bemerken, dass wir vor kurzem die seitlichen Knollen der Curcuma Zerumbet Roxb. im

botanischen Garten zu Bonn beobachten konnten, die *im* Innern durchgängig schön himmelblau gefärbt waren und durch Säure geröthet wurden. Alcohol zog den Farbestoff aus, liess aber nach dem Verdunsten eine bräunliche Masse zurück, die durch Säuren geröthet wurde, ähnlich, wie wir bei manchen Blumen erwähnten. Nach dem Trocknen hatten die Knollen ihre Farbe nicht verloren. Den Grund dieser Färbung können wir nicht ermitteln, da dieselbe seit 15 Jahren hier cultivirt wurden, und unter denselben Verhältnissen nie eine solche Abweichung zeigten.

§. 31. Anthoxanthin (von ἄνθος Blume und ξάνθισμα gelbe Farbe) ist der Farbestoff aller gelben Blumen. Sahen wir beim Anthokyan ein Bild der grössten Empfindlichkeit hinsichtlich seines Verhaltens zu Reagentien, wodurch wir in den Stand gesetzt wurden seinen chemischen Charakter zu bestimmen und seine Identität in den blauen und rothen Blumen mit ihren Uebergängen zu beweisen, so treffen wir hier als Gegensatz ein Bild der höchsten Beständigkeit in diesem Verhalten. Geringe Spuren von Säuren und Alcalien zeigten dort die auffallendsten Erscheinungen, hier ist ihre Gegenwart kaum zu bemerken, selbst die Bleisalze wirken wenig auf die Lösungen des Anthoxanthin ein. Die Gleichförmigkeit in dem Verhalten gegen Auflösungsmittel, welche wir beim Anthokyan fanden, verlässt uns dagegen beim Anthoxanthin. Wir sehen es löslich in Wasser bei Crocus maesiacus, Budleia globosa, Papaver nudicaule und alle Stufen durchlaufen bis zur höchsten Steigerung, wo es kaum in absolutem Alcohol und nur in Aether löslich ist, wie bei Cassia ligustrina; häufig findet man aber mehrere dieser Stufen in einer Blume. Alcohol entzieht denselben Anthoxanthin, das sich nach der Trennung auch in Wasser theilweise löset; die durch Alcohol nicht völlig entfärbten Blumen geben noch einen Antheil ihrer Farbe an Aether ab und dieser löset sich nach der Verdunstung des Aethers gewöhnlich auch in Weingeist. Wenn wir diesen gelben Farbestoff da-

her in eine Abtheilung der Pflanzenbildungstheile bringen wollen, so müssen wir ihn zu den harzigen Extraktivstoffarten zählen.

Als Hauptcharakter unsers Anthoxanthins, verbunden mit dem erwähnten, müssen wir die Eigenschaft, durch conc. Schwefelsäure dunkel indigblau gefärbt zu werden, hier besonders hervorheben, da wir hierin gleichzeitig eine Andeutung gefunden zu haben glauben, wodurch wir seine Entstehung aus dem Chlorophyll erklären können. Die blaue Farbe geht später in purpurroth über und so wie die Schwefelsäure Wasser anzieht, verschwindet dieselbe. Im verstopften Glase hält sie sich lange, da das Anthoxanthin durch Schwefelsäure nicht zerstört wird.

Salzsäure verhält sich fast eben so, nur wirkt sie schwächer, färbt das Anthoxanthin erst grün, dann blau und jetzt löst sich alles mit blauer Farbe in Weingeist auf. Aetzkalilauge, Aetz-Ammoniac und kohlensaure Kaliflüssigkeit wirken auf das in Wasser unlösliche Anthoxanthin wenig lösend ein. Aether, ätherische Oele und fette Oele lösen es in allen Verhältnissen; Alcohol von 86 Proc. lässt nur in wenigen Fällen, und reichlich angewandt, nichts ungelöst zurück. Die geistige und wässrige Lösung wurde von der weingeistigen Bleizuckerlösung kaum gelb gefällt, von Eisenchlorid olivengrün gefärbt, und von Aetzkali nur wenig mehr gedunkelt. Lackmuspapier wird davon nicht verändert. — Durch conc. Schwefelsäure wird sie grün, die wässrige Lösung des Anthoxanthin von Crocus luteus wurde während 14 Tagen in einem Röhrchen den Sonnenstrahlen ausgesetzt nicht verändert.

§. 32. Wenn das verschiedene Verhältniss der Löslichkeit des Anthoxanthins auch glauben lassen sollte, dass mehrere Stoffe die Ursache der gelben Blumenfarbe seyn, so müssen wir so lange das Gegentheil behaupten, als dieser einzige Grund beweisführend seyn soll, da wir im Pflanzenreiche nicht selten Modificationen eines und desselben Stof-

ſes treffen, die auf den ersten Blick und isolirt betrachtet, freilich verschieden zu seyn scheinen; finden wir aber die Uebergänge und Bindeglieder zwischen den Polen der Löslichkeit, wie beim Anthoxanthin, so ist die Löslichkeit ein Charakter minderer Bedeutung. Fortgesetzte Versuche mögen auch hier vielleicht eigenthümliche Modificationen erkennen lassen, die sich mit den natürlichen Abtheilungen des Pflanzenreichs in Uebereinstimmung bringen liessen. Die Farbe der gelben Blumen ist unter allen am wenigsten untersucht; in den classischen Lehrbüchern der Chemie der Herrn L. Gmelin und Berzelius finden wir nur wenige Fälle angeführt z. B. die Analysen des Tropaeolum majus von John *), des Narcissus Pseudo-Narcissus von Caventou, und des Saflors von mehreren Andern. Die Verfasser schlugen ein Verfahren ein, wodurch ihre Resultate unrichtig wurden, namentlich John und mehrere, vorzüglich die über Carthamus tinctorius arbeiteten, scheinen getrocknete Blumen angewandt zu haben, wodurch ihre Resultate für uns ohne allen Werth sind, und nur Interesse für technische Anwendung haben können. Caventou kochte die Blumenblätter der Narcisse mit Alcohol und veränderte den einen wesentlichen Bestandtheil der Blumenblätter so, dass er mit ganz andern Eigenschaften auftrat. Auch in dem so trefflichen Lehrbuche der Botanik des Hrn. Bischoff **) finden wir den gelben Blumenblättern der Calendula, Narcisse und mehrern andern einen gelben färbenden Extraktivstoff zugeschrieben, den grade diese nicht besitzen. Eben so wenig hat die Lychnis chalcedonica ein gelbes färbendes Harz, sondern geröthetes Anthokyan.

---

*) John chemische Schriften 4. 112. Tropaeolum hat eine gemischte Farbe, wie Herr L. Gmelin vermuthet; die J. erkannt haben würde, wenn er mit Umsicht gearbeitet hätte. (Gmelin Handb. der theoret. Chemie Bd. II. p. 657.

**) Bd. II. p. 148.

§. 33. Wenn wir den Artikel über gelbe Blumen bei Herrn Schübler *) lesen, so bemerken wir gleich, dass Schübler den eigentlichen Farbestoff nur zum geringen Theil ausgezogen hatte, da seine Blüthen in den angeführten Beispielen, Calendula und Oenothera, wenig verändert waren. Beide gehören auch zu den Formen mit schwerlöslichen und höchst ausgebildeten Anthoxanthin. Die Einwirkung der Reagentien auf die von erwähnten Blumen erhaltenen Tincturen sind von Schübler sehr genau angegeben, aber unrichtig gedeutet worden, da, wie wir oben bemerkten, die Lösungen des Anthoxanthins von verdünnten Säuren und Alcalien nicht verändert werden.

Es befindet sich aber in allen gelben Blumen neben dem Anthoxanthin noch ein Extraktivstoff, der mit der nöthigen Reinlichkeit und Vorsicht bereitet, völlig farblos ist. Man erhält ihn, wenn man die Tincturen der gelben Blumen verdampft und den Rückstand mit Wasser auszieht. Es versteht sich von selbst, dass man, um ihn völlig rein zu erhalten, auch Blumen nehmen müsse, deren Anthoxanthin möglichst ausgebildet und unlöslich ist z. B. die Coronula des Narcissus Tazetta, die Strahlenblümchen der Arctotis grandiflora, die Blumen von Cassia ligustrina. Da das Anthoxanthin aus allen Blumen etwas in Wasser löslich ist, so muss das Abwaschen desselben sehr rasch geschehen, und man erhält eine farblose Auflösung, die verdampft einen kaum sichtbaren firnissartigen Ueberzug in den Gefässen bildet.

Wenn die Pflanze zur Säurebildung geneigt ist, so reagirt die Auflösung desselben sauer; es ist indessen unwesentlich, nur kann man annehmen, dass die Auflösung dann um so farbloser ist. Sie nimmt durch Stehen an der Luft im offenen Gefässe, Abdampfen u. s. w. leicht etwas Farbe an, und erscheint dann gelblich oder bräunlich. Säuren

*) A. a. O. p. 16.

machen die Auflösung farblos; Alcalien selbst im höchst verdünnten Zustande, färben sie gelb und die Empfindlichkeit dafür ist ausserordentlich gross. Von den essigsauren Bleisalzen wird sie gelb gefällt; Borsäure wirkt wie ein schwaches Alcali, Zinnchlorür und Alaunlösung verändern sie aber nicht. Auffallend ist hier das Verhalten der conc. Schwefelsäure, von der die farblose Lösung gelb gefärbt wird, wie von einem Alcali, während verdünnte Säuren, wie oben bemerkt, die Lösung völlig entfärben, wenn sie etwas Farbe angenommen hat. Wir schreiben die Wirkung der conc. Schwefelsäure der Wärme zu, die sich entwickelt, sobald dieselbe mit Wasser gemischt wird.

Dieser Stoff bedingt nicht die gelbe Farbe der Blumen, er scheint vielmehr der ungefärbte Zellensaft zu seyn, da wir annehmen müssen, dass das schwerlösliche Anthoxanthin sich ebenfalls in Form von Kügelchen in den Zellen der Blumenblätter befinden, ebenso wie das Chlorophyll in den Zellen der grünen Theile. Aus der grössern oder geringern Menge des Anthoxanthins in den einzelnen Zellen, lässt sich dann leicht die hellere oder dunklere Farbe der Blumen erklären.

Wichtiger ist dieser Stoff bei Betrachtung der weissen Blumen, aus denen derselbe immer erhalten wird, wenn sie wie die andern gefärbten Blumen ausgezogen werden und nicht schon die Anlage zeigen in Blau oder Roth überzugehen; die rein weissen Blumen werden gelb, wenn man sie in alkalische Flüssigkeiten taucht oder dem Dunste von Aetz-Ammoniac aussetzt. Wir färbten so die Blumen der weissen Hyacinthe, die Magnolia Jula und eine weisse Varietät der Vinca minor schön gelb, während die Blumen vollkommen frisch aussahen. Boyle erwähnt dieser Eigenschaft der weissen Blumen, wenn er den Stoff selbst auch nicht isolirt darstellte, und wir führten schon früher ähnliche Versuche mit alkalischen Dämpfen von Albrecht an.

§. 34. Ausser diesem Extraktivstoffe, der sich dadurch

auszeichnet, dass Alcalien ihn gelb färben, enthalten alle weissen Blumen ein hellgelbliches unter gewissen Verhältnissen ganz weisses Harz, dass sich in Alcohol und Aether, weniger leicht in Terpenthin- und fetten Oelen löset. Dasselbe Harz finden wir ebenfalls, aber mehr gelblich oder grünlich gefärbt in allen blauen, violetten und rothen Blumen, aus deren Tincturen man es nach dem Abdampfen und Entfernen des Anthokyans im Rückstande behält. Es wird häufig in den Auszügen der rothen Blumen versteckt, wenn sie geneigt sind, Absatz zu bilden und daher mag auch Hr. Macaire wohl häufig auf die Idee seines rothen Chromuls gekommen seyn.

Die geistige Lösung dieses Blumenharzes, wie wir es nennen wollen, und das wir für eine Uebergangsstufe des Chlorophylls zum Anthokyan halten, ist wenig gefärbt, reagiert nicht sauer, und wird von Aetzkali, Bleizucker und Eisenchlorid wenig verändert.

Der Hauptcharakter dieses Blumenharzes liegt in der Eigenschaft von conc. Schwefelsäure mit brauner Farbe gelöst zu werden; steht diese braune Auflösung nur kurze Zeit im offenem Gefässe, so nimmt sie eine dunkelpurpurrothe Farbe an, die sich in einem verschlossenen Gefässe lange erhalten und auch mit Weingeist mischen lässt. Im offenen Gefässe zieht die Schwefelsäure aber bald Wasser an, die Auflösung verliert dann ihre Farbe, es setzt sich ein dunkles Pulver ab und aus diesem lässt sich unter günstigen Umständen mittelst Schwefelsäure von neuem eine rothe Auflösung bereiten.

§. 35. Durch chemische Hülfsmittel lernten wir bis jetzt in den Blumen ein Anthokyan in reinem und gesäuertem Zustande kennen, ferner fanden wir ein Anthoxanthin, einen farblosen Extraktivstoff und ein wenig gefärbtes Harz, das wir Blumenharz nannten. Es blieb uns noch übrig, den Grund der pomeranzenfarbigen, braunen und schwarzen Farben der Blüthen zu erforschen. Es hat die Natur aber

derartige Stoffe nicht bereitet und wir müssen die Ursache dieser Färbungen im innern Bau und in der Lagerung der Farbestoffe in den Blumenblättern suchen, womit wir uns im folgenden Capitel beschäftigen wollen.

Vom innern Bau der Blumenblätter in Bezug auf ihre Färbung.

§. 36. Der innere Bau der Blumenblätter ist seinen Hauptbestandtheilen nach sehr einfach, und wohl wenig vom Bau der Blätter unterschieden. Es liegt unserm Zwekke fern, eine ausführliche Geschichte des anatomischen Baus der Blumenblätter zu liefern, um so wichtiger für uns ist es aber, die Lagerung des Farbestoffes in den Blumenblättern näher zu erforschen, wenn wir uns eine richtige Anschauung der Methode verschaffen wollen, deren sich die Natur zur Hervorbringung einer so grossen Abwechselung in ihren Blumenfarben bedient.

Vor allen müssen wir dann annehmen, dass jede Zelle der Blumenkrone, in denen der Farbestoff enthalten ist, aus einer farblosen Membran bestehe und ein in sich abgeschlossenes Ganze bilde *). Sie lebt in Abhängigkeit von der Pflanze, deren integrirender Theil sie ist und bereitet in dieser Abhängigkeit für sich, nach ihrer Individualität, ihren Inhalt. Wenn wir nicht mit Hrn. Linck sagten **): „Quaevis igitur cellula organon est per se existens, et cellula singula aut plures succo peculiari turgidae instar glandulae considerari possunt", wie wäre es dann zu begreifen, dass neben einander und zerstreut übereinander liegende Zellen von ganz gleicher Form die verschiedenartigsten Farbestoffe enthalten und zwar in einem Raume, den wir nur mit Hülfe

*) Linck. Elementa philosoph. bot. p. 72. **) l. c. p. 74.

unserer Vergrösserungsgläser entdecken können? Der Farbestoff bindet sich nicht an eine bestimmte Zellenform. Wir fanden in den Blumenblättern alle Formen des Zellgewebes vor und sind nicht im Stande, irgend eine Uebereinstimmung zwischen Form und Farbe der Zelle anzudeuten. Mit den Herren Linck *), Meyen **), Krocker ***), Bischoff †) nehmen wir eine Epidermis der Blumenkrone an, und verstehen darunter die äusserste Zellenlage, welche die Blume umkleidet, wenn es auch bei diesen zarten Gebilden nicht immer möglich ist, sie abzuziehen. Die äussere, noch mehr Kelch oder blattartige Seite der Blumenkrone hat immer eine minder lebhafte Farbe, häufig Spaltöffnungen, namentlich bei den Monocotyledonen und nicht selten findet man auch in diesen eine andere Zellenform als in der innern. Bei Mimulus quinquevulnerus besteht die äussere Seite der Blumenkrone aus regelmässigem Zellgewebe ohne Farbestoff, während die innere Seite in derselben Zellenform beide Arten der Farbestoffe bereitet.

Die Blumenblätter des Cheiranthus scoparius haben in den regelmässig sechseckigen Zellenlagen ihrer untern Seite keinen Farbestoff; nur in der Nähe der Gefässbündel befinden sich wenige mit schwach violettem Farbestoff erfüllte Zellen, während die obere Seite in sehr kleinen, fast kugelrunden Zellen einen gelben Farbestoff bereitet. Man muss hierzu die, noch in der Knospe befindlichen Blumenblätter nehmen, da, kaum geöffnet, der Befruchtungsakt vollzogen ist, der in der Regel auf die Schönheit der Farben und hier sogar auf die Natur derselben bedeutenden Einfluss hat. Eben so finden wir in der untern Seite der Blumenblätter

---

*) l. c. §. 133. **) Phytotomie §. 99.

***) De plantarum epidermide observationes. Dissertatio inauguralis. Vratislav. 1833. §. 5.

†) Lehrb. der Bot. Bd. II. p. 10.

des Geum coccineum farblose, in der Nähe der Gefässbündel aber gestreckte hellschwefelgelbe Zellen.

§. 37. Alle Blumenkronen bestehen eigentlich aus zwei äussern und einer innern Schichte, die sich deutlich unterscheiden lassen. Bei den zarten Blumenkronen verschwindet die Mittelschicht aber bald oberhalb der Basis des Blumenblattes so, dass es in der Regel nur gelingt, dieselben in zwei Theile zu trennen, die wir eben unterschieden. Bei dickern Blumenblättern z. B. Calycanthus floridus, Tulipa Oculus solis u. v. a. bemerkt man auf dem Querdurchschnitte des Blattes drei deutlich verschiedene Schichten, zu deren Betrachtung wir als Beispiel die letztgenannte Pflanze wählen wollen, da wohl keine Blume sich besser dazu eignet, von unserer Ansicht über die Blüthenfarben im Zusammenhange ein deutliches Bild zu entwerfen, als das Sonnenauge.

Die äussere Seite eines Blumenblattes der Tulipa Oculus solis L. ist roth, jedoch nicht so schön karminroth, als der obere Theil der innern Seite. Dieser obere Theil der innern Seite wird durch einen rein schwefelgelben Ring von dem schwarzen Flecke am Grunde des Blumenblattes, dem sogenannten Auge, getrennt. Schneidet man ein solches Blumenblatt quer durch, so bemerkt man deutlich drei verschiedene Schichten. Die innere ist gelb, die beiden äussern sind anders gefärbt und lassen sich leicht von der innern, deren Parenchym aus länglichen Zellen besteht, abziehen. Die beiden äussern dagegen bestehen aus einem Prosenchym mit mehr gestreckten Zellen. Die Schichte der äussern Seite dieser Blumenblätter ist mit Spaltöffnungen versehen und die einzelnen Zellen sind mit einem rothen Safte erfüllt.

Mit einiger Kunstfertigkeit zieht man jetzt von der innern Seite des Blumenblattes, seiner ganzen Länge nach, einen Streifen der äussern Schichte ab und bemerkt, dass am Grunde, wo das Auge befindlich war, die Zellen dieser äussern Schichte mit einem dunkel indigblauen Safte

erfüllt sind, deren mehrfache Lagen unserm Auge schwarz erschien. Wo wir den gelben Ring im Blumenblatte bemerkt haben, hat die äussere Schichte farblose Zellen und dieser gelbe Ring wird daher durch die gelbe Mittelschichte hervorgebracht, die hier durchscheint. Der rothe Farbestoff des obern Theils liegt dagegen wieder in der äussern Schichte wie der blaue des untern Theils und der ganzen innern Seite fehlen die Spaltöffnungen.

Bei dieser Blume war es uns leicht, die einzelnen gelben, blauen und rothen Theile zu sondern und jeden für sich mit Weingeist auszuziehen. Die Blumentheile waren völlig entfärbt und die Tincturen der rothen und blauen Theile wenig gefärbt. Alle hinterliessen nach dem Verdunsten Rückstände, die genau so gefärbt waren als die Theile, denen sie entzogen wurden. Die Tincturen der rothen äussern Schichte reagirten sauer, die der blauen nicht. Wir fanden den Rückstand eines jeden Theiles genau so beschaffen, als hätten wir rein gelbe, blaue oder rothe Blumen angewandt, und können uns auf die Beschreibung der einzelnen Stoffe beziehen, welche wir aus den Blumen im Allgemeinen erhielten und im vorigen Abschnitte ausführlich beschrieben.

So enthielt die gelbe Mittelschicht ein vorzüglich reines Anthoxanthin und den farblosen Zellensaft der gelben und weissen Blumen. Der blaue Theil der äussern Schicht enthält ein sehr reines Anthokyan und das gewöhnliche Blumenharz, in dem rothen aber findet man ein gesäuertes Anthokyan und Blumenharz.

Digerirt man ein ganzes Blumenblatt mit Weingeist, so erhält man eine braune Tinctur, bestehend aus Gelb, Blau und Roth, die durch Verdunsten in Gelb und Violett zerfällt, indem das reine Anthokyan sich mit dem gesäuerten mischt und eine minder gesäuerte Stufe darstellt. Wir sind bei der Beschreibung dieser Blume etwas ausführlich gewe-

sen, um spätere Wiederholungen vermeiden und uns hierauf beziehen zu können.

§. 38. So wie hier fanden wir das Anthoxanthin nie in der Zellenlage, welche die Epidermis bildet. Alle gelben Blumen sind folglich mit einer farblosen Epidermis versehen. Man bemerkt dieses sehr deutlich, wenn man die äussere Schicht der innern Seite des grossen Blumenblattes von Viola tricolor abzieht. Wir nahmen hierzu eine sammetschwarze Varietät, deren kegelförmige Zellen der Oberhaut sich zu einer ansehnlichen Höhe erhoben hatten und finden mit Herrn Linck *) in diesen Papillen die Ursache des sammetartigen Ansehens, aber nicht immer des angenehmen Glanzes der Blumenblätter. So weit das Blumenblatt sammetschwarz erschien, enthielten diese Papillen einen dunkelvioletten Farbestoff und unter denselben lagen wenig gefärbte sechseckige Zellen. An der Basis ist das Blumenblatt gelb und hier sind die Papillen farblos. Die unter ihnen liegenden sechseckigen Zellen enthielten hier den gelben Farbestoff. Die Form der Zellen und Papillen in beiden Theilen des Blumenblattes waren sich aber völlig gleich.

Calliopsis bicolor hat ebenfalls an den gelben Theilen seiner Blumenkrone farblose Papillen, an den braunen Theilen sind sie aber mit purpurrothem Zellensafte erfüllt, welche die innern mit Anthoxanthin gefüllten Zellenlagen decken und dasselbe fanden wir bei Tagetes patula.

Die centrifugale Eigenschaft des Anthokyans mit seinen Abänderungen, die schon Voigt bei der äussern Betrachtung der Blumenblätter als Gesetz aufstellte**), ist also eigentlich nur richtig, wenn wir das einzelne Blumenblatt anatomisch betrachten, denn wir sehen bei Tulipa Oculus solis gerade das Blau im Centrum der Blumenkrone. Diese tiefere Lagerung des Anthoxan-

*) Element §. 139

**) Die organischen Farben von Voigt. p. 59.

thins tritt freilich nicht immer so deutlich hervor, als in dem genannten Beispiele und namentlich bei den Blumenblättern von zarter Consistenz und gemischter Farbe z. B. den pomeranzenfarbigen erfordert es eine gewisse Uebung, sich von der Allgemeinheit dieses Satzes zu überzeugen. Zieht man die obere Schicht der innern Seite eines Blumenblattes von Geum coccineum ab, und betrachtet sie unter dem Microscope, so sieht man dieselbe aus kleinen rundlichen Zellen bestehend, die gelb oder roth gefärbt sind und unregelmässig aber immer parthienweise zusammenliegen. Auf den ersten Blick scheinen beide Farben in einer Ebene zu liegen, genau betrachtet zeigte es sich aber, dass, wenn man die eine Farbe deutlich und rein sah, die andere Farbe undeutlich und trüb erschien und der Focus verändert werden musste, um auch die letzte rein zu erblicken. Sobald wir uns hiervon überzeugt hatten, war es leicht zu unterscheiden, welche von beiden die obere Lage einnehme. Wir fanden denn auch hier in der Oberhaut die rothe und unter dieser die gelben Stellen durchscheinend, wo die Oberhaut farblos war.

§. 39. Die Papillen, die so kräftigen Mittel der Natur, durch veränderte Strahlenbrechung einen andern Farbenton hervorzurufen, bemerkten wir nur bei den mit Anthokyan und besonders bei den mit geröthetem Anthokyan gefärbten Blüthen; ausnahmsweise auch bei gelben, wie wir oben bei Viola tricolor u. s. w. bemerkten, dann aber ist immer der eine oder der andere Theil des Blumenblattes roth, blau oder braun und sie selbst sind farblos. Wir sahen diese Papillen ferner entstehen bei Cheiranthus Cheiri, wenn sich die Blumen desselben gefüllt hatten und die dunkle Schattirung zeigten, die der Blumenfreund an der dunklen gefüllten Form dieser Blumen liebt. Mit dieser dunklen Schattirung der gelben Blumen tritt, wir wir später zeigen werden, immer Anthokyan in den Zellen der Oberhaut auf und bei Cheiranthus Cheiri sahen wir dieses so überhand neh-

men, dass das Gelb völlig bedeckt wurde und die ganze Blume purpurroth mit gelblichem Schein erschien.

§. 40. Nachdem wir einen gelben, blauen und rothen Farbestoff (als Modification) in materieller Form kennen lernten, blieb uns nun noch übrig, das Farbmaterial der pomeranzenfarbigen, braunen und schwarzen Blumen aufzusuchen. Die chemische Analyse, oder vielmehr der Zufall, gab hier auch den ersten Aufschluss als wir eine Blume der Hemerocallis fulva zwischen weissem Papier pressten, dasselbe blau gefärbt sahen und dadurch die Veranlassung zu dieser Arbeit nahmen. Auf dem von uns eingeschlagenen Wege fanden wir dann in den pomeranzenfarbigen Blumen der Hemerocallis fulva, Canna limbata, Asclepias tuberosa und A. curassavica, Ixia crocata und vielen andern die beiden von uns beschriebenen Stoffe, das reine harzige Anthoxanthin und geröthetes Anthokyan. Mehrere andere aber, die man gewöhnlich pomeranzenfarbig nennt, wie Calendula officinalis, Arctotis grandiflora verdanken ihre Farbe dem reinen zur höchsten Intensität gesteigerten Anthoxanthin.

Die anatomische Untersuchung der pomeranzenfarbigen Blumen zeigte dann, dass diese Farbestoffe sich nicht gemischt, sondern in getrennten Zellen vorfinden und zwar werden immer die gelben von den rothen gedeckt. Die verschiedene Stärke dieser Lagen des gesäuerten Anthokyans oder der verschiedene Grad der Säurung desselben, ja schon die verschiedene Art der Säure, welche diese Röthung hervorbringt, bedingt die Mannigfaltigkeit in diesem Farbentone, der schon hinreichend auffällt, wenn wir die Blüthen der Hemerocallis, der Canna, Asclepias, Ixia, Geum coccineum und Iris cuprea neben einander betrachten. Wir haben eine ganze Reihe dieser pomeranzenfarbigen Blumen untersucht und können hier über die Natur der einzelnen Farben in chemischer Hinsicht nichts hinzufügen.

§. 41. Die braunen Blumen sind im Pflanzenreiche sehr selten und wir fanden ihre Farbe ähnlich hervorgebracht,

wie die der pomeranzenfarbigen. Die Stelle des Anthoxanthins vertritt in den braunen Blumen das Chlorophyll, welches sich hier unverändert wiederfindet. Schneidet man ein Blumenblatt des Calycanthus floridus quer durch, so bemerkt man die grüne Mittelschicht, gedeckt auf beiden Seiten mit Schichten violett gefärbter Zellen.

Aehnliches finden wir bei Arum divaricatum nur mit dem Unterschiede, dass hier bloss die innere Seite der Scheide mit den violetten Zellenlagen bedeckt ist, während unter der farblosen Oberhaut der äussern Seite das Chlorophyll durchschimmert. Veratrum nigrum und Aristolochia glauca enthalten in ihren Blumen ebenfalls Chlorophyll und gesäuertes Anthokyan. Die Blumen des Lotus Jacobaeus, welche von den Botanikern allgemein zu den braunen gezählt werden, sind zwar ebenfalls mit zwei Stoffen gefärbt, das Chlorophyll ist aber hier gelblich und bildet den Uebergang zum Anthoxanthin. Die Zellen der Oberhaut auf der innern Seite des vexillum bilden Papillen von ausgezeichneter Höhe, die, seitlich angesehen, ihren purpurrothen Inhalt schon dem unbewaffneten Auge zu erkennen geben.

§. 42. Schwarz im eigentlichen Sinne ist in den blattartigen Organen der Pflanze nicht vorhanden. Was wir auch bei der Pflanze schwarz nennen mögen, sagt der hochverehrte Herr Präsident Nees von Esenbeck, ist doch nur ein untergehendes Roth, Grün oder Blau, dem wir aus voller Ueberzeugung beistimmen müssen.

Wie wir schon oben bemerkten, ist der schwarze Fleck am Grunde des Blumenblattes der Tulipa Oculus solis, durch das reinste Anthokyan von dunkel indigblauer Farbe hervorgebracht. Dasselbe finden wir in den dunkeln Flecken am Grunde der Strahlenblümchen der Gazania rigens Ait und in dem schwarzen Kolben des Arum Dracunculus L.

Die Flecken am Grunde der rothen Blumenblätter des Pelargonium tricolor finden wir überall auch als schwarz beschrieben; eine genauere Betrachtung lehrt aber, dass hier

mehrere Lagen dunkel violetter Zellen, die warzig erhaben sind, in ihrer Intensität die schwarze Farbe bedingen. Die schwarzen Flecken auf den mehrsten Blättern z. B. der Orchis maculata und O. mascula sind ebenfalls durch violette Zellen hervorgebracht.

Die Fruchtknoten des Allium nigrum sind in der Knospe grün; in der offenen Blüthe vermehrt sich das Chlorophyll und sie scheinen schwarz; nach dem Verblühen sehen wir sie aber wieder hellgrün.

Noch bleibt uns ein auffallendes Beispiel von schwarzen Flecken an den Flügeln der Blume von Vicia Faba zu untersuchen übrig, welches sich mit keinem der eben angeführten vereinigen lässt. Die Flecken erscheinen unter dem Microscope schwarz braun, lassen sich durch Weingeist, Aether und Wasser nicht ausziehen, vielmehr nimmt im Weingeist oder Aether der ganze Flügel eine schwarzbraune Farbe an. Die Flügel sind im jugendlichen Zustande, wenn sich das Weiss schon herausgebildet hat, grün gefleckt und man darf daher wohl annehmen, dass unmittelbar aus diesem Chlorophyll der schwarze Fleck entstand, um so mehr, da wir oft Gelegenheit hatten, das Chlorophyll in eine in Alcohol unlösliche Masse übergehen zu sehen, deren grüne Farbe nur durch conc. Schwefelsäure wieder hervorgerufen werden konnte. Dieses Reagenz konnten wir natürlich zur Bestätigung unserer Ansicht bei den zarten Blumenblättern nicht in Anwendung bringen und müssen hypothetisch einstweilen den Fleck auf den Flügeln der Vicia Faba von verändertem Chlorophyll ableiten. Die Reactionen der Reagentien bei der Schüblerschen Untersuchung dieser schwarzen Flecken beziehen sich auf den farblosen Extractivstoff der weissen Theile dieser Blumen, und haben durchaus keinen Zusammenhang mit den schwarzen Flecken.

§. 43. Nach der allgemeinen Betrachtung der einfarbigen Blumenkronen und Erklärung ihrer färbenden Stoffe, wollen wir einzelne bunte Blumen näher untersuchen, was

uns jetzt um so leichter wird, da wir bereits sahen, wie jede Zelle unabhängig von der andern benachbarten einen Farbestoff bereiten kann, der ihrer Individualität entspricht und wie die Natur durch Unterlagen oder Deckfarben, durch ebene oder höckerige Oberfläche hier ihren Zweck erreicht.

Wir wählen zuerst die prachtvolle Blumenkrone der Iris susiana. Die äussern und innern Abschnitte derselben sind anscheinend, auf weissem Grunde, schwarz gesprenkelt; — genau betrachtet sind alle dunklern Theile aber reichlich mit einem dunkel violettem Safte erfüllt, der an der Luft gleich blau wird.

Am Grunde der äussern Blumenblätter, wo der Bart sitzt, dessen Haare violett und gelb, wie die Stacheln des Stachelschweins abgetheilt sind, liegt der Farbestoff vorzüglich dicht in kegelförmigen Papillen. Mehr nach dem Rande der Blumenblätter hin sieht man die eigenthümlichen länglichen Flecken, die, bei durchfallendem Lichte betrachtet, in ihrem Innern dunklere Stellen zeigen und, bei auffallendem Lichte mit der Loupe besehen, aus warzenformigen Zellengruppen bestehen, die dichtgedrängt und etwas erhabener sind, als die nebenliegenden ungefärbten Zellen. Man kann die obere und untere Schicht dieser Blumenblätter leicht trennen und bemerkt dann unter dem Microscope, dass die violetten und ungefärbten Zellen die gleiche eckige Gestalt besitzen; dass die innere Seite mehr Flecken hat als die äussere, und dass, wenn die Flecken der äussern Seite unter denen der innern Seite liegen, bei durchfallendem Lichte die dunklern Stellen gebildet werden, deren wir oben erwähnten. Die äussere Seite hat ferner Spaltöffnungen, welche der innern fehlen und auf beiden Seiten folgen die Flecken dem Laufe der Gefässbündel, die sie fast ganz decken.

Bei Fritillaria imperialis liegt der gelbe Farbestoff wie immer unter der farblosen Oberhaut, die rothen Streifen auf der innern Seite der Blumenkrone bestehen aus rothen Zellen der Oberhaut, die immer über einem Gefassbündel liegen. Die sehr zarten Blumenkronen des Mimulus guttatus

lassen sich in zwei Schichten trennen; die der äussern Seite hat ein fast regelmässiges Parenchym ohne Farbestoff, die der innern besteht aus Zellgewebe mit geschlängelten Intercellulargängen. Die dunklen Flecken auf den Blumenkronen, die grossen sowohl, als die kleinen, sind Zellen, die sich von denen, die gelben Farbstoff enthalten, nicht durch die Form unterscheiden. Sie liegen aber in der Oberhaut und sind in der Mitte mehr gehäuft, als am Rande, wo sie sich mit dem gelben Farbestoff gemischt zu haben scheinen, weil die hier einfach liegenden Zellen, die unterliegenden gelben durchscheinen lassen *).

Die schönen, hell indigblauen Blumen der Gentiana acaulis sind unter dem Saume innen und aussen hellgrün gefärbt. Auf der innern Seite ist dieses Grün mit dunklern grünen Punkten bestreut. Die anatomische Untersuchung zeigte, dass dieses Grün nicht Chlorophyll sey, sondern durch eine einfache Lage blauer Zellen hervorgebracht werde, welche die gelbe Lage des Blumenharzes decken, das hier zwar ausgezeichnet gelb, aber kein Anthoxanthin ist. Die dunkeln Punkte sind einzelne Häufchen solcher blauen Zellen in mehr als einer Lage, wie dies schon ihre Erhabenheit zeigt.

*) Die rein gelben Blumen des Hypericum perforatum haben am Rande einzelne Zellenhäufchen in Gestalt von dunkeln Drüsen, die mit geröthetem Anthokyan erfüllt sind und schon auf einen leisen Druck ihren Gehalt von sich geben. Es war dieses um so wichtiger für uns, als es eine der beiden Blumen ist, denen man ein rothes Harz, das Hypericumroth zuschrieb, dessen Existenz als eigenthümlichen Farbestoff wir in Abrede stellen müssen. Zieht man nach unserer Methode die frischen Blätter mit Weingeist aus, verdampft den Weingeist bald, und behandelt den Rückstand mit Wasser, so wird man sich von der Anwesenheit des Anthoxanthins und Anthokyans bald überzeugen. Lässt man hingegen den Rückstand nach Verdampfung der Tinctur längere Zeit stehen, so bildet sich aus dem Anthokyan der oft erwähnte Absatz und beide Farbestoffe sind schwierig zu trennen oder scheinen gar eins zu seyn.

Es wäre uns leicht, noch eine Menge ähnlicher Beispiele aufzuzählen, wir würden uns aber wiederholen müssen und glauben in den angeführten ein Bild entworfen zu haben von den Mitteln, welcher sich die Natur bedient, das Kleid der bunten Blüthen zu zeichnen.

Von der Veränderung der Blüthenfarben.

§. 44. Eine besondere Aufmerksamkeit wurde immer dem Wechsel der Blüthenfarben, diesem sogenannten Uebergange der einen Farbe in die andere geschenkt. Linnaeus und viele seiner Vorgänger beschäftigten sich eifrig mit Betrachtung dieser Erscheinungen. Der Paragraph über die Farben in Linnaei Philosophia botanica enthält fast nichts als Beispiele solcher Veränderungen und ihm folgten hierin fast alle Lehrbücher der Botanik bis auf Nees von Esenbeck, dessen Behandlung dieses Gegenstandes, mit dem hohen Geiste des ganzen Werkes in schönster Harmonie, ein Born des folgereichsten Studiums bleiben wird.

Wenn uns dieser Wechsel der Blumenfarben Aufschluss über die Bildung des Farbestoffes geben und überhaupt selbst naturgemäss erklärt werden soll, so reicht es nicht hin, nur die Thatsachen zu sammeln und daraus zu schliessen, wie es so oft geschah und zu irrigen Ansichten Veranlassung gab, sondern man muss auch die Umstände dieses Farbenwechsels genau berücksichtigen.

Wir nehmen demnach einen gezwungenen und naturgemässen Wechsel der Blumenfarben an und begreifen unter erster Abtheilung alle Farbenveränderungen, welche durch die Cultur so leicht in der Blüthenfarbe hervorgebracht werden. Es muss hier natürlich der Pflanze eine andere Richtung ihrer innern Thätigkeit gegeben werden, um schon mit der Entwickelung der Knospe diese Veränderung vorzubereiten. So mannigfaltig dieser Wechsel erscheint, so wenig kann er auffallen, wenn man die chemi-

sche Natur des Chlorophylls und der beiden daraus gebildet werdenden Farbestoffe kennt und wir sind überzeugt, dass durch rationelle Gartenkultur, gestützt auf die Grundsätze der Chemie und Physiologie, Resultate hervorgebracht werden könnten, deren Möglichkeit man jetzt in Abrede stellt. Es genügt uns diesen Gegenstand hier berührt zu haben, da es ausser unsern Kräften liegt ihn zu erörtern und diese Entwickelung nur durch gemeinsames Wirken Cultur-Verständiger und in den genannten Wissenschaften erfahrener Männer erzielt werden kann.

Wir gehen daher über zu den Farben-Veränderungen, welche wir naturgemässe nennen, und theilen diese wieder in zwei Reihen.

In die erste Reihe dieser Veränderungen bringen wir diejenigen, unter welchen sich die Blume zur höchsten Stufe der Entwickelung herausbildet, und in die zweite jene, unter welchen sie dahin stirbt.

§. 45. In der Knospe sind uranfänglich alle Blumenkronen grün, wie wir schon oben erwähnten und die künftig gelben Blumen wachsen mit dieser Farbe fort, bis sich die Knospe entfaltet, ohne eine andere Farben-Erscheinung zu liefern. Angenommen, woran nicht zu zweifeln, dass der grüne Farbestoff im Pflanzenreiche überall derselbe sey, so ist hier der einfachste unmittelbare Uebergang des Chlorophylls in Anthoxanthin. Man hielt ihn häufig für einen Oxydationsprocess, wogegen sich schon Stimmen erhoben. Wir halten ihn für einen Process, in dem das Chlorophyll sich mit Wasser oder den Elementen desselben verbindet und der Kohlenstoff, die Nachtseite, in den Hintergrund tritt. Die Wirkung der Schwefelsäure auf das Anthoxanthin betrachten wir als Wasser entziehend und wir sahen daher auch in dem durch Schwefelsäure entwässertem Anthoxanthin die blaue Farbe, oder die Herrschaft des Kohlenstoffes wieder hervortreten; die geistige Lösung des Anthoxanthins aber ward durch Schwefelsäure, die durch den

Weingeist in ihrer Wirksamkeit beschränkt war, wieder auf Grün zurückgeführt. Das Chlorophyll selbst gab durch Behandlung mit Wasser und schwachem Weingeist schön gelbe Auflösungen.

Der Charakter der gelben Blumenfarbe ist durch grosse Beständigkeit ausgezeichnet und wir finden daher auch nur selten Uebergänge der gelben Farbe in eine andere, während der zweiten Periode des Daseyns der Blumenkrone.

§. 46. Tritt ein solcher Fall aber ein, so ist er um so auffallender, da immer grade die entgegengesetzte Farbe erscheinen muss. Wir sehen dieses bei Myosotis versicolor, deren blaue Blumen anfangs schwefelgelb sind. Es hängt dieser Uebergang zur entgegengesetzten Farbenreihe immer eng mit dem Befruchtungsprocesse zusammen, wie wir beim Cheiranthus scoparius Willd.*) deutlich beobachten können. Die Blumen desselben sind, wie die so vieler andern Arten dieser Gattung, in der Knospe gelb. Das Ausstreuen des Pollens geschah im Treibhause so lange die Knospe geschlossen war und im freien Lande kurz nach der Oeffnung der Blumenkrone. Die bis dahin rein gelbe Farbe der Blumenkrone ward nun getrübt, immer mehr verdunkelt und geht endlich durch Orange in Violett über. Wir beobachteten einen Stock im kalten Hause während dem Monat April und fanden, dass zu diesem Uebergange acht Tage Zeit gehörten. Auch entzogen wir einem Stocke während 4 Tagen durch eine schwarze Papiertute allen Lichtzutritt, wodurch die Umwandlung der gelben in die violette Farbe nicht verhindert wurde; es hatten sich aber keine neuen Knospen geöffnet und somit fehlte dem Strauche das eigenthümliche Ansehen, das ihm die gleichzeitig vorhandenen gelben und violetten Blumen geben. Während dem Violettwerden wachsen die Blumenblätter noch und

*) Im Spätsommer sahen wir auch das vexillum mehrer gelbblühenden Astragalus-Arten und des Lotus corniculatus in die rothe Farbe übergehen.

vergrössern sich, und es fragt sich nun, ob der gelbe Farbestoff verändert werde und die einmal vorhandenen Zellen sich vergrössern, oder ob sich hier neue Zellen zwischen den alten bilden, welche die Eigenschaft besässen, das Anthokyan zu erzeugen. Für beide Ansichten lassen sich Gründe anführen, denn es ist möglich dass Anthoxanthin durch Abgabe von Wasser in Anthokyan übergehe, und dieses scheint nach unserer Ansicht hier vorzugehen, da die anatomische Untersuchung der violetten Blumenblätter zu keiner andern Erklärungsweise leitete. Wir gehen lieber zu einem andern Falle über, wo wir die Bildung neuer Zellen zwischen den alten (formation ou dévéloppement inter-utriculaire des Hrn. Mirbel) oder über denselben (dévéloppement super-utriculaire) *) mit mehr Gewissheit aussprechen können, und zwar zu den Flecken am Grunde der beiden Blumenblätter von Aesculus Pavia, welche gelb sind, so lange die Staubbeutel ihren Pollen noch nicht ausstreuten. Der limbus der Blumenblätter ist schwach roth, am Rande röther, auf der innern Seite mit einzelnen keulenförmigen dunkelrothen dicken Haaren besetzt; die Zellen sind nach dem Rande zu mehr rundlich, am Grunde mehr gestreckt. Nach dem Ausstreuen des Pollens wird der Saum immer röther, so wie das ganze Blumenblatt immer mehr wächst. Der gelbe Fleck ist nicht mehr rein schwefelgelb, es finden sich hellere Streifen darin und später wird derselbe mennigroth. Unter dem Microscope betrachtet ist die Struktur des abgezogenen mennigrothen Fleckens auf der innern Seite des Blumenblattes noch immer dieselbe, wie im Anfange, es finden sich aber Streifen mit rothen und gelben Zellen regelmässig nebeneinander gelagert, von denen die gelben tiefer liegen. Wenn man die abgezogenen Stückchen länger auf dem Objectträger des Micros-

*) Recherches anatomiques et physiologiques sur le Marchantia polymorpha pour servir à l'histoire du tissu cellulaire p. M. Mirbel p. 33.

cops unter Wasser liegen und auf demselben trocknen lässt, so wird ein bedeutender Theil des rothen Farbestoffes ausgewaschen und man erkennt dann schon mit blossem Auge, noch mehr mit der Loupe, die verschiedenen Zellenstreifen, die theils ausgewaschen, theils gelb sind.

Aehnlich verhält es sich mit den Flecken auf den weissen Blumen des Aesculus Hippocastanum, und mit den Blumenblättern des schon oft erwähnten Geum coccineum, die in der ganz jungen Knospe grün sind, später gelb gefunden werden und dann nach und nach, so wie sie an Grösse zunehmen, immer mehr roth werden: je röther die Blättchen werden, desto mehr treten die rothen Zellen über die gelben an Menge und Intensität hervor, wie das Microscop leicht zu erkennen giebt. Die Blumen des Lupinus Cruickshankii sind anfangs weiss und haben auf dem vexillum einen gelben Fleck. Nach der Befruchtung bildet sich das Blumenharz in Anthokyan um und die Blumen werden fast ganz blau. Der früher gelbe Fleck des vexillum aber wird durch eine über ihn gelegte Lage gesäuerten Anthokyans braun.

Eine andere Umänderung des Anthoxanthins ist uns nicht bekannt. Grün sahen wir dasselbe im Leben nicht wieder werden, wohl aber nach dem Tode bei den getrockneten Blumen der Primula officinalis, elatior, acaulis, Lotus corniculatus u. v. a.

§. 47. Die grünen Knospen der künftig weissen Blumen werden mit zunehmender Grösse immer verdünnter grün, und bei der Entfaltung weiss. Wir erkennen in dieser Veränderung des Chlorophylls eine, der Bildung des Anthoxanthins grade entgegengesetzte, und nehmen an, dass dem Chlorophyll hier Wasser entzogen werde, dass, wenn dieses durch den Lebensprocess weiter fortgeführt wird, die blaue Blumenfarbe, das Anthokyan, entstehe, und dass sich dieses nur in seiner ursprünglichen Form erhalten könne, wenn die Pflanze in der Blume keine Säure erzeugt, denn die Knospen der blauen und rothen Blumen gehen denselben

Gang der völlig weissen Blumen. Wenn sie fast weiss geworden, tritt aber plötzlich ein röthlicher Schein auf, der sich zuerst auf der äussern Seite der Blumenkrone zeigt, und sich nach und nach vermehrt bis zum Momente des Aufbrechens. Jetzt ist der entscheidende Punkt, ob die Blume blau oder roth, ob das Anthokyan rein oder gesäuert, auftreten soll. Die Blume verlässt ihr Embryonen-Leben, tritt mit dem Lichte in Wechselwirkung und beginnt gleich dem Neugebornen der höhern Thierklasse zu athmen. War nur Kohlensäure die Ursache der rothen Färbung in der Knospe wie bei allen Asperifolien, bei Ipomoea mutabilis u. v. a. auffallenden Beispielen, so wird sie ausgehaucht und die Blume wird blau. Liegt es aber in der Natur der Pflanze eine fixe nicht auszuathmende Säure zu erzeugen, so bleibt natürlich die Blume roth, bis zum Ende ihres kurzen Lebens.

§. 48. Wenn wir nun in der Annahme, dass die Bildung des Anthokyans ein der Bildung des Anthoxanthins entgegengesetzter Process ist, mit der Meinung fast aller andern Forscher übereinstimmen, so stellen wir hier noch die Annahme auf, dass die weisse Farbe der Blumen eine Uebergangsstufe zwischen Grün und Blau sey. Wir fanden in den weissen, blauen und rothen Blumen dasselbe Blumenharz, das wir durch Behandlung mit Schwefelsäure, also durch Wasser-Entziehung in eine rothe Auflösung verwandelten, die sich vom stark gesäuerten Anthokyan, z. B. aus Papaver bracteatum seinem äusserm Ansehen nach nicht unterscheiden liess.

Wir untersuchten auch die Knospen des Papav. bracteatum und behandelten die noch weissgrünlichen Blumenblätter mit Alcohol, ebenso wie die ausgebildeten. Die erstern wurden darin schwach röthlich, später bräunlich violett, gleich den in der Knospe etwas weiter vorgerückten Blumenblättern, wenn eben die Färbung beginnt. Absoluter Alcohol verhielt sich ebenso. Die Tinctur war wenig gefärbt und reagirte stark sauer. Das Harz war gleich

dem Blumenharze, wie wir es oben beschrieben; der Extractivstoff schwach gelblich, stark sauer, wurde von Schwefelsäure, kohlensaurem Kali, Zinnchlorür, Eisenchlorid nicht verändert, von den essigsauren Bleisalzen aber gelblich gefällt. In diesem Lebensmomente der Blume kam es darauf an, ob das Blumenharz sich ferner theilweise durch Wasser-Entziehung in Anthokyan oder ob dieser noch unbearbeitete Extractivstoff sich in den Extractivstoff der weissen und gelben Blumen ausbilden solle, dessen Character durch seine ausserordentliche Empfindlichkeit gegen Alcalien bezeichnet wird.

Wir sehen daher auch so häufig weisse Blumen in blau und roth umändern, weil es nur noch eines Schrittes bedarf, und eben so häufig blühen blaue und rothe Blumen weiss, wenn äussere Incitamente sie in der innern Entwickelung ihrer Blumenfarbe hindern.

§. 49. Wir bezeichneten das Anthokyan in seiner Farbe als sehr veränderlich und sehen es in der Blume auch mit Farbenveränderungen entstehen; eben so scheidet es vom Leben und diese Veränderungen beginnen nach dem Befruchtungsakte der Blume, wo wir die weit seltenern Veränderungen der gelben Blumen ebenfalls eintreten sahen.

Viele weisblühende Oenothera-Arten z. B. Oenothera acaulis Cav. O. speciosa Nutt., werden nach diesem Akte roth, von dem Rande des Blumenblattes beginnend, an der äussern Seite eher als an der innern; zuletzt wird das ganze Blatt durchsichtig und die schöne Rosafarbe hat sich bis in die Nähe der Gefässbündel zurückgezogen: diese so auffallende Veränderung ist das Werk eines Tages. Etwas ähnliches sahen wir bei Lupinus mutabilis, Viburnum Opulus var. rosea, Gaura biennis und den unfruchtbaren Blüthen der Hydrangea quercifolia. Die weissen Kelchblätter des Helleborus niger sind häufig röthlich und im vorigen Winter sahen wir sie dunkel purpurroth neben weissen auf einem Stocke.

Hibiscus mutabilis zeigt eine ähnliche Veränderung wie die Oenothera-Arten, ob aber diese ebenfalls nach dem Ver-

stauben des Pollen eintritt, wie wohl zu vermuthen, können wir nicht behaupten, da wir sie nie blühend beobachten konnten. Auffallend ist die Bemerkung von Ramon de la Sagra, der diese Veränderung der Blüthenfarbe am Hibiscus mutabilis, die gewöhnlich in 12 Stunden vor sich ging, bei 19° R. um 24 Stunden später eintreten sah, da die Pflanze in der Regel im Garten zu Havanna bei 30° R. blühete*). Wir bringen hiermit in Verbindung das Blauwerden weisser Campanula-Blumen durchs Trocknen, was die Herrn Adrien de Jussieu und Roeper beobachteten**). Alle diese Erscheinungen erklären sich durch unsere Annahme sehr leicht und wer die Verrichtungen der Natur in ihrem grossen Laboratorio der organischen Welt zu belauschen strebt, wird ähnliche Erscheinungen, bedingt durch Aufnahme oder Ausscheidung von Wasser oder seiner Elemente und die bedeutenden, dadurch möglich gemachten, Veränderungen nicht so auffallend finden. Wir erinnern hier auch an Kohlenwasserstoff, Aether und Alcohol und haben darin ein Analogon der Metamorphose von Anthokyan, Chlorophyll, und Anthoxanthin.

Die blauen und rothen Blumen zeigen nach dem Verblühen weniger Veränderungen als die weissen. Es hängt dieses schon mit dem Umstande zusammen, dass das leicht in Wasser lösliche Anthokyan, schnell ausgewaschen werden kann oder leicht völlig zersetzt wird und wir sahen selbst das reine Anthokyan in seiner wässrigen Lösung dem Auge verschwinden; daher wir das Bleichen der blauen Blumen auf verschiedene Art erklären können.

Viele blaue Blumen, z. B. Ipomaea mutabilis werden nach dem Verblühen wieder roth. Entweder athmet diese Blume nach dem Verwelken keine Kohlensäure mehr aus und die Anhäufung derselben färbt die Blume roth, oder es bildet sich aus dem Safte der Blume selbst etwas Essig-

*) Bibliothek universel. Mai 1829. p. 83. — **) De Candolle's Pflanzenphysiologie übersetzt von Roeper Bd. II p. 723.

säure, da die verwelkte Blume schon ganz dem Chemismus verfallen ist, oder das dem Lebensprocess entrückte Anthokyan zieht die Kohlensäure der Luft an, wie wir bei unsern Arbeiten mit diesem Stoffe oft zu bemerken Gelegenheit hatten.

Wenn rothblühende Blumen nach dem Befruchtungsprocesse blau werden, müssen wir entweder eine Unterbrechung der Kohlensäurezuführung annehmen, oder wir finden auch eine Erklärung in dem Absatz, den wir so häufig aus dem gesäuerten Anthokyan entstehen sahen und der immer mehr oder weniger violett oder blau ist. Mit der Bildung dieses Stoffes steht wohl das Blauwerden des Orobus vernus und Pentstemon diffusum in Verbindung, die, so wie viele rothe Leguminosen nach dem Verblühen nie ganz rein Blau werden.

Auf die erste Weise erklärt sich aber gewiss das Blauwerden der im geöffneten Zustande noch rothen Blumen von Pulmonaria angustifolia und P. officinalis.

Resultate.

§. 50. Suchen wir jetzt noch einmal kurz zusammenzustellen, was wir über unsern Gegenstand im Vorstehenden zu beobachten Gelegenheit hatten, so wäre es Folgendes.

1. Alle Blumenblättchen sind in der Knospe ursprünglich grün. §. 14.
2. Chlorophyll enthält keinen Stickstoff. §. 18.
3. Alle Färbung der Blumen wird durch zwei Farbstoffe hervorgebracht. §. 25.
4. Diese Farbstoffe bereitet der Lebensprocess der Pflanze aus dem Chlorophyll. §. 14. §. 45. §. 47.
5. Wenn dem Chlorophyll Wasser oder die Elemente desselben entzogen werden, bildet sich Anthokyan. §. 26. §. 47.
6. Dieses ist der färbende Stoff in den blauen, violetten und rothen Blumen. §. 26.
7. Durch Aufnahme von Wasser bildet sich aus dem Chlorophyll das Anthoxanthin. §. 31. §. 45.
8. Es ist dieses der Farbestoff der gelben Blumen. §. 31.
9. Ausser diesen beiden Stoffen finden wir in den weissen, blauen, rothen und violetten Blumen noch ein Blumen-

harz, das wir als die Uebergangsstufe zwischen Chlorophyll und Anthokyan betrachten. §. 34.

10. Und einen weniggefärbten Extractivstoff in den weissen und gelben Blumen, den wir für den farblosen Zellensaft halten. Er zeichnet sich besonders aus durch seine Empfindlichkeit gegen Alcalien, die ihn gelb färben. §. 35.
11. Die Zellenform hat keinen Einfluss auf die Bildung einer bestimmten Farbe. §. 36.
12. Die pomeranzenfarbigen Blumen enthalten beide Farbestoffe, Anthoxanthin und durch Säure geröthetes Anthokyan. §. 40.
13. Die braunen Blumen enthalten Chlorophyll und durch Säure geröthetes Anthokyan. §. 41.
14. Blumen, die beide Farbestoffe enthalten, bereiten das Anthokyan immer in der Epidermis und den obern Lagen der Zellen, das Anthoxanthin aber in den innern Zellenlagen. §. 30.
15. Anthokyan ist auch der Farbestoff der übrigen rothen blattartigen Organe, wird hier aber immer von der farblosen Epidermis gedeckt. §. 30.
16. Ein schwarzer Farbestoff existirt in den blattartigen Organen nicht; die Pflanze concentrirt Blau, Violett oder Grün so sehr, dass es uns schwarz erscheint. §. 42.
17. Die Veränderung der Blüthenfarbe muss unter Berücksichtigung der verschiedenen Lebensperioden der Blume beobachtet werden. §. 44.
18. Gelb geht unmittelbar aus Grün hervor. §. 45.
19. Gelb geht nach dem Befruchtungsakte zuweilen in die entgegengesetzte Farbenseite über. §. 46.
20. Alle Knospen der rothen und blauen Blumenkronen gehen von Grün durch Weiss zu Roth. §. 47.
21. Weiss ist die Uebergangsstufe zu blau. §. 48.
22. Die blauen Blumen sind in der Knospe roth, weil sie noch nicht athmen. §. 47.
23. Die blauen Blumen werden nach dem Verblühen wieder roth, andere verbleichen. §. 49.
24. Die blaue Farbe, welche viele rothe Blumen später annehmen, ist auf zweierlei Weise zu erklären. §. 49.

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 05844 5423